

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Obor: Oděvní technologie

STUDIE VLIVU UŽÍVÁNÍ VODIVÝCH TEXTILNÍCH STRUKTUR NA JEJICH ZÁKLADNÍ VODIVOSTNÍ CHARAKTERISTIKY

STUDY THE IMPACT OF THE USE OF CONDUCTIVE TEXTILE STRUCTURES TO THEIR BASIC CHARACTERISTICS CONDUCTIVITY

Bc. Marcela Čedíková

KOD/2009/06/8MS

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petra Komárková, Ph.D.

Rozsah práce a příloh

Počet stran:	91
Počet tabulek:	17
Počet grafů:	9
Počet obrázků:	38
Počet příloh:	23

V Liberci 25.5.2009

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra oděvnictví

Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Marcela ČEDÍKOVÁ

Studijní program: N3106 Textilní inženýrství

Studijní obor: Textilní a oděvní technologie

Název tématu: Studie vlivu užívání vodivých textilních struktur na jejich základní vodivostní charakteristiky

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte rešerši zaměřenou na vodivé textilní struktury.
2. Popište problematiku změny elektrických vlastností vodivých textilních struktur při jejich používání, např. při nošení oděvů obsahujících tyto struktury apod.
3. Navrhněte a realizujte experiment pro simulaci podmínek při užívání vodivých textilních struktur.
4. Výsledky získané z experimentu vyhodnoťte a formulujte vyplývající závěry.

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL. Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.). Jsem si vědoma toho, že užití své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 25. května 2009

.....

Podpis

Poděkování:

Děkuji vedoucí mé práce Ing. Komárkové Petře Ph.D. za odborné vedení, návrhy a podnětné připomínky k mé práci. Za cenné rady též děkuji Ivě Beníškové, která mi byla nápomocná při tvoření vzorníků a za trpělivost paní Dagmar Tošnerové z Dětského centra při Thomayerově nemocnici v Praze při realizaci sterilizačních procesů.

Děkuji své rodině za psychickou podporu po celý čas mého studia.

Anotace

Tato diplomová práce se zabývá tvorbou vodivých drah a jejich začlenění do oděvu. Je zde zpracován přehled nových vláken, která se využívají k výrobě elektronických textilií. Součástí této práce je stručný přehled uplatnění inteligentních oděvů.

Experimentální část přináší studii, jak je ovlivněna vodivost nití v průběhu sterilizace textilií. Vzorníky obsahující vodivé nitě jsou vystaveny sterilizačnímu procesu v nemocničním zařízení. Jednotlivá data jsou zpracována a na základě zjištěných informací jsou navrženy nejvýhodnější postupy sterilizace.

Klíčová slova: vodivé nitě, inteligentní textilie, elektrický odpor, vodivost, sterilizace

Annotation

This graduation these deals with the creation of conductive pathways and their integration into clothing. There is a review of new fibers, which are used for the production of electronic textiles. Part of this work is a brief overview of the application of smart clothing.

Experimental part of a study as affected by conductivity yarns in textiles during sterilization. Sample containing conductive yarns are exposed to a sterilization process in the hospital. Individual data are processed and on the basis of information designed optimal sterilization procedures.

Keywords: Conductive yarn, Intelligent textiles, Electrical resistance, Conductivity, Sterilization

OBSAH

Obsah	6
Seznam použitých zkratk a symbolů	8
Úvod	9
1. Teoretická část	10
1.1. Inteligentní textilie	10
1.1.1. Rozdělení	10
1.1.2. Využití	10
1.2. Nové vlákna a materiály sloužící k výrobě inteligentních oděvů	11
1.2.1. Fázové přechody v materiálech k regulaci teploty	11
1.2.2. Materiály s tvarovou pamětí	12
1.2.3. Barevné projevy materiálů	12
1.2.4. Luminiscenční materiály	12
1.2.5. Vodivé materiály	13
1.2.6. Membrány	14
1.2.7. Fotovoltaické materiály	15
1.3. Elektrické textilie	16
1.3.1. Textilní čidla	16
1.3.2. Textilní snímače	17
1.4. Inteligentní oděvy	19
1.4.1. Oděv jako informační systém	20
1.4.2. Využití inteligentních oděvů	21
1.5. Tvorba vodivých drah	29
1.5.1. Technologie vetkávání vodivých vláken do osnovy a útku	29
1.5.2. Technologie šití a vyšívání plošné textilní materiály	29
1.5.3. Technologie textilního tisku	30
2. Vliv užívání na textilní vodivé struktury – sterilizace	32
2.1. Sterilizace	32
2.1.1. Předsterilizační příprava	33
2.1.2. Způsoby sterilizace - sterilizace ve sterilizátoru	33
2.1.3. Uskladnění sterilizované materiálu	36
3. Výzkumná část	37
3.1. Volba vhodného podkladového materiálu a volba vodivých nití	37
3.2. Návrhy vodivých drah pro dětské tílko sloužící k snímání teploty	38
3.2.1. Včlenění do lemovacího proužku průramku	38
3.3. Tvorba vodivých drah	40
3.3.1. Vytvoření vodivé dráhy pomocí šicího stroje s vázaným stehem	40
3.3.2. Vytvoření vodivé dráhy na interlockovém stroji SIRUBA	41
3.3.3. Měření vodivosti	42
3.3.4. Podmínky měření	42
3.4. Intenzivní sterilizace	43

3.5.	Šetrný způsob sterilizace	45
3.6.	Vyhodnocení.....	46
3.6.1.	Vliv druhu sterilizace na vodivost.....	46
3.6.2.	Vliv druhu sterilizace na vodivost jednotlivých typů nití.....	51
3.6.3.	Vzorek s nejvyšším poklesem vodivosti – rozbor	54
4.	Závěr	55
5.	Seznam použité literatury	57
6.	Seznam obrázků	59
7.	Seznam tabulek	61
8.	Seznam grafů	62
9.	Seznam příloh.....	63

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

CO	-	bavlna
°C	-	Celsiova stupnice
cm	-	centimetr
G	-	elektrická vodivost
S	-	siemens
R	-	odpor
U	-	elektrické napětí
Ω	-	ohm
%	-	procento
T	-	teplota
φ	-	relativní vlhkost vzduchu
Pa	-	polyamid
IT	-	informační technologie
GTWM	-	Georgia Tech Wearable Motherboard
PDA	-	osobní číslicové pomocníky
GPS	-	satelitní navigační systém
GSM	-	mobilní síť
ITV	-	Výzkumný ústav v Denkendorfu
sms	-	zprávy zaslané přes mobilní síť
IT	-	informační technologie
tzv.	-	tak zvané
PCM	-	Phase Change Materiál (fáze změny materiálu)

ÚVOD

Co jsou inteligentní textilie a proč se zabývat jejich výrobou? Tak by mohla znít otázka, která otevírá téma této diplomové práce. Smart textilie jsou jednou z nadějí textilního průmyslu, jak zachovat textilní výrobu v Evropě a Americe. Dnešní výrobci nemohou nabízet produkty, které jsou jen průměrné. Lidé jsou dnes velmi nároční a chtějí stále nové, lepší užité vlastnosti výrobků ve všech odvětvích.

Současná ekonomická krize nám velmi dobře ukazuje, že i firmy které mají hlubokou tradici, nemají bez inovací šanci přežít. Jejich výrobky technologicky zastarávají a mají jen velmi malou šanci v boji s konkurencí. Devastující pro evropský i americký trh jsou levné oděvy z Asie. Bohužel někteří asijské výrobci se neštítí jít tak daleko a kopírovat výrobky světoznámých značek. Lidé, kteří značkové oblečení kupují v neautorizovaných prodejnách, vědí, že se jedná o falsifikáty, a tím tento nelegální obchod podporují. Náš svět, který je technicky velmi vyspělý, jen těžko hledá nové objevy. Proto se začínají spojovat technologie, které jsou velmi dobře známé, ale jen málokoho by před pár lety napadlo, že jejich spojením mohou vzniknout jedinečné produkty. Toto se stalo i v textilním průmyslu, který začal ke klasickým textilním materiálům přidávat elektroniku. Vznikají tak výrobky s označením oblečací počítače „wearable computers“.

Vložením počítačového softwaru do oblečení či různých oděvních doplňků se vyvíjí nová zařízení pro profesionální využití i použití v domácnostech. Třeba senzory v botách by mohly sledovat aktivitu těla u hasičů či záchranářů. Snímání mikropohybů pomocí nátepníků na zápěstí zase umožní ovládat počítač bez klávesnice a myši. Dalším příkladem využití nositelných počítačů je na chirurgických odděleních. Díky elektronickému náramku může lékař používat svůj počítač i přenášet data na dálku. Je to hudba budoucnosti a nebo sen? Ne, spousta e-oděvů našlo již své uplatnění, jiné se testují a u některých stojíme jen krůček před jejich realizací.

1. TEORETICKÁ ČÁST

V této části je sestaven stručný průřez současnou textilní tvorbou týkající se inteligentních textilií a oděvů z nich vyrobených. Tzv. Smart textilie se staly běžnou součástí našeho života. Tato kapitola nám přiblíží, kde se nejčastěji s chytrými oděvy setkáváme.

1.1. Inteligentní textilie

Inteligentní textilie jsou textilie, které odpovídají a reagují na vnější podněty mechanického, tepelného, chemického, elektrického, magnetického a radioaktivního (záření) působení.

1.1.1. Rozdělení

Dle funkční činnosti dělíme inteligentní textilie do tří skupin:

Pasivní inteligentní textilie

První generaci inteligentních textilií tvoří textilie, které jsou pouhými detektory (senzory) vnějších podmínek a podnětů.

Aktivní inteligentní textilie

Druhá generace inteligentních textilií má jak senzory, tak i aktuátory. Aktuátory reagují na zjištěný podnět (signál) přímo, nebo prostřednictvím centrální řídicí jednotky. Aktivní inteligentní textilie mají např. tvarovou paměť, mění barvu (chameleónský jev), jsou odolné proti vodě, propouštějí páru (hydrofilní), zásobníky tepla, pohlcují páru, vydávají teplo a tvoří i elektricky vytápěné obleky.

Super(ultra)inteligentní textilie

Třetí generace inteligentních textilií, jsou schopny zachytit podněty, reagovat na ně a přizpůsobit svou funkci na vnější podmínky a podněty. Silně inteligentní nebo superinteligentní textilie mají v sobě jednotku, která pracuje podobně jako mozek či jako centrální počítač s poznávací schopností, s hodnotícím systémem a s možností vytváření podnětů odezvy a činnosti aktuátorů [1].

1.1.2. Využití

Možnosti využití inteligentních materiálů jsou široké a setkáváme se s nimi v různých oblastech života.

Vojenství

Ochrana proti extrémním klimatickým podmínkám, kamufláže, ochrana proti bojovým plynům, ochrana proti bakteriím a virům nebo neprůstřelné vesty.

Technický sektor

Bariérové textilie proti mechanickým vlivům, bariéry proti elektrickým a magnetickým polím, bariéry proti záření, inteligentní filtry, inteligentní oddělovače (separátory) nebo zdroje energie.

Medicína

Bariérové textilie, dávkování léčiv v závislosti na stavu pacienta, diagnóza poruch funkcí lidského organismu [2].

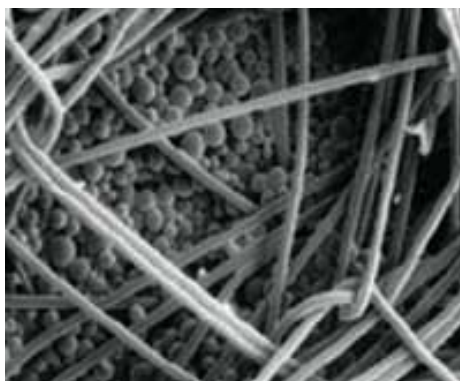
1.2. Nové vlákna a materiály sloužící k výrobě inteligentních oděvů

Inteligentní neboli funkční materiály jsou částmi inteligentních soustav, které mají schopnost reagovat na projevy okolí. Skutečně inteligentní materiály aktivně reagují na podněty okolí vlastní odpovědí.

1.2.1. Fázové přechody v materiálech k regulaci teploty

Parafíny se využívají v textilních oborech buď v kapalném nebo pevném stavu. K zabránění rozředění parafínu v kapalném stavu je uzavřen do malých kuliček mikrometrových rozměrů nazývaných mikrokapsle (Obrázek 1).

Využívají se v současnosti k zajištění termoregulačních vlastností. Termoregulace je dosažena fázovým přechodem tavení \rightleftharpoons tuhnutí. Pomocí PCM (z anglického Phase Change Material) materiálů textilie udržuje tavením stálou teplotu v případě, že vnější teplota roste, zatímco tuhnutím udržuje stálou teplotu, když vnější teplota klesá.



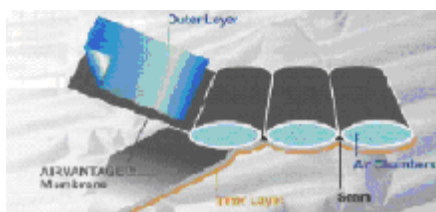
Obrázek 1 Fázový přechod - parafín v textiliích [1]

1.2.2. Materiály s tvarovou pamětí

Známe dva typy materiálů s tvarovou pamětí:

- Materiály tvarově stabilní při dvou nebo více teplotách. Při různých teplotách mohou nabývat různé tvary, bylo-li dosaženo jejich teploty přechodu (Obrázek 2).
- Elektroaktivní polymery, které mění tvar vlivem působení elektrického pole (tzv. gelové roboty využívané jako náhrady svalů a šlach).

V praxi jsou slitiny s tvarovou pamětí používány ve tvaru pružiny. Pod aktivací teplotou je pružina v rovině, nad ní však z roviny vystoupí. Vložením pružiny mezi dvě vrstvy textilií se nad aktivací teplotou vyboulí zvětší se vzdálenost mezi textiliemi a tak se získává ochrana proti přehřátí.



Obrázek 2 Textilie s tvarovou pamětí [2]

1.2.3. Barevné projevy materiálů

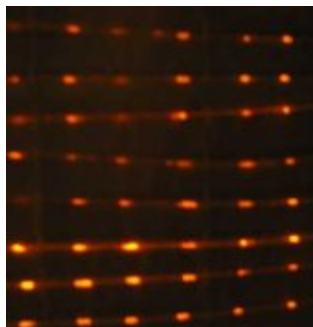
Barevné projevy materiálů jsou typy inteligentních materiálů, které vedou působením vnějších podmínek k vratným barevným projevům. Nazývají se chameleónské textilie (vlákna). Materiály s barevným (chameleónským) projevem patří mezi materiály, které barevně září. Materiály s barevným projevem dělíme podle podnětů, které je vyvolávají:

- fotochromní - změna barvy jsou vyvolány vlivem působení určitého záření
- termochromní - vybuze teplem, barviva jsou v mikrokapsulích, které se aplikují do textilií jako pigmenty vázané pryskyřicí
- elektrochromní - vyvolané elektrickým polem
- piezochromní - stimulované tlakem
- solvatochromní - vybuze kapalinami nebo plyny (použití např. plavky)

1.2.4. Luminiscenční materiály

Rozdíl mezi barvivovými a luminiscenčními textiliemi spočívá v jejich aktivaci. Barvivové materiály mění pouze svou barvu, zatímco luminiscenční materiály samy světlo vydávají vnějším působením.

- fotoluminiscenční - vybuzená světlem (dva typy s dlouhou dobou dosvitu a krátkou dobou dosvitu)
- optikoluminiscenční - navíc o vedení světla (Obrázek 3)
- elektroluminiscenční - vnějším buzení. elektrické pole
- chemiluminiscenční - je buzena chemickými reakcemi
- mechanoluminiscenční - mechanickým působením, třením, tlakem apod.
- sonoluminiscenční - vzniká působením zvukového pole



Obrázek 3 Elektroluminiscenční závěsy [1]

1.2.5. Vodivé materiály

Známe dvě techniky k vytváření elektricky i tepelně vodivých výrobků a dva typy materiálů, a to kovů a polymerů. Stejně materiály se užívají pro oba typy vodivosti. Oba jsou podobné a jsou způsobeny pohybem elektronů, iontů a molekul.

- Využití povrchové úpravy s tekutými barvivy (inkousty) (Obrázek 4) a vysokým obsahem kovů, které zajišťují komfort požadovaný pro oděvy. S přidavkem niklu, mědi, stříbra a uhlíku do povrchových vrstev textilií různých tloušťek k zajišťuje povrchová úprava textilií jejich vhodné fyzikální a elektrické vlastnosti, které je třeba pro žádané aplikace.
- Využití vodivých vláken a přízí. Vodivé příze jsou vytvářeny přidáním kovových vláken (stříbro, zlato, měď a dalších) nebo vodivých polymerů jako jsou polythiofeny, polyaniliny, aktivované polyethyleny a jejich deriváty.

Ačkoliv existuje mnoho různých obchodních značek, které komercializují tyto materiály, všechny mají stejné hlavní vlastnosti. Jsou obvykle lehké, trvanlivé, ohebné a cenově dostupné. Bez potíží se s nimi dá zacházet jako s textiliemi (Obrázek 4) [1].

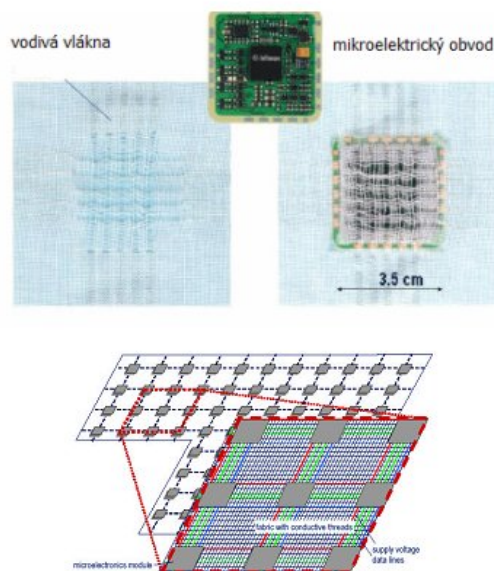


Obrázek 4 Příklady vodivých přízí a kapalných barviv v textiliích [1]

Možnosti výroby vláken se zvýšenou vodivostí

- přípravou polymeru, jehož chemická struktura sama zajišťuje zvýšenou vodivost (přítomnost iontových elektronových párů)
- povrchovým nánosem
- přidáním vodivých částic v podobě aditiv
- jako bikomponentní vlákna
- uhlíková vlákna, kovová vlákna

Jako vodivých částic lze využít vodivé polymery, kovy a částice uhlíku (tzv. uhlíková čerň) (Obrázek 5) [3].



Obrázek 5 Propojení mikroelektronických obvodů pomocí vodivých vláken [23]

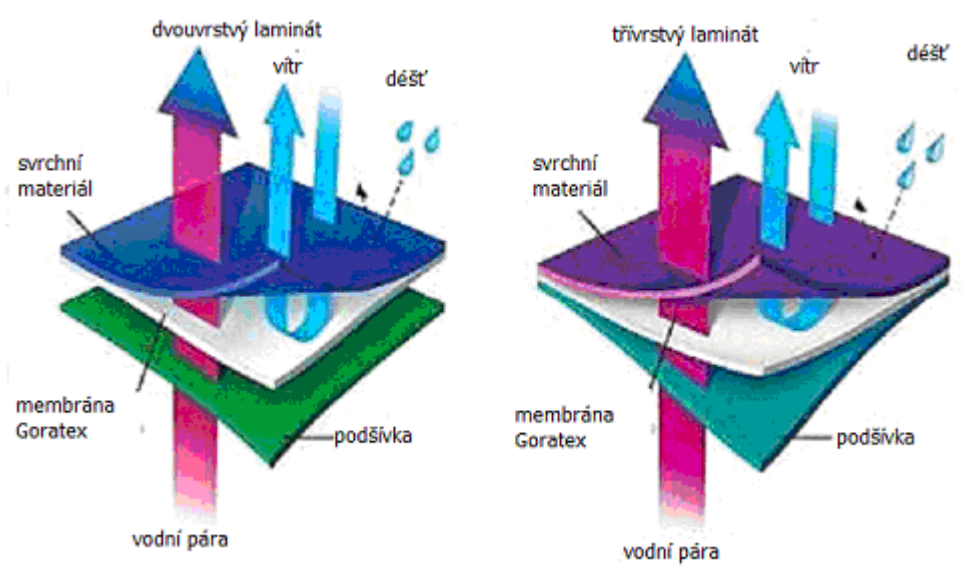
1.2.6. Membrány

Poslední výzkum vedl k úspěšnému vývoji technologie laminátů a různých mikroporézních a hydrofilních membrán. Membrány jsou vytvářeny z polymerů a jsou

jedno nebo vícevrstvé, nejvíce šestivrstvé. Membrány jsou nanášeny na povrch textilií, aby jim dodaly nové vlastnosti. Membrány jsou vytvářeny z polymerů různého původu např. z biopolymerů jako je celulóza, i ze syntetických jako polyfluorokarbonáty, polyuretany nebo jejich deriváty.

Hlavní využití je oblast sportovních obleků pro výrobce prodyšných a nepromokavých oděvů. Největším dodavatelem textilních membrán je firma GORE, která vyrábí jedinečné mikroporézní membrány (Goretex), které mají 5,2 miliard pórů na metr². Každý pór je 20 000 krát menší než vodní kapka a 700 krát větší než molekula vodní páry. Tato struktura dodá výrobku vysokou prodyšnost a nepronikavost (Obrázek 6).

Lotosový jev - spočívá v ultrahydrofobní úpravě povrchů membrán, které odpuzují vodu i olejovité produkty. Výsledkem je, že výrobky zcela ztrácejí afinitu s jakýmkoliv částicemi a nelze je ani zaprášit. Jiné označení těchto výrobků je samočisticí výrobky [1].



Obrázek 6 Goretex membrány [24]

1.2.7. Fotovoltaické materiály

Fotovoltaické jevy objevil v roce 1839 Alexandre Edmond Becquerel. Fotovoltaické materiály mají schopnost vytvářet elektrický proud vybuzený světlem. Hlavní využití slunečních buněk v textilních oborech je jako zdrojů elektrického napětí pro elektronické textilie (e-textilie). Lze jich užívat buď přímo, nebo na nabití baterií, které pak po zapnutí slouží jako zdroje elektrického napájecího napětí elektronických prvků, dobíjení mobilních telefonů, přehrávačů a měřících či indikačních přístrojů v elektronických textiliích (Obrázek 7) [1].



Obrázek 7 Příklady využití solárních panelů na textilních podkladech [1]

1.3. Elektrické textilie

V této oblasti jsou nejdůležitější inteligentní textilní čidla a textilní snímače.

Do této skupiny patří textilní struktury, které jsou schopné indikovat změnu stavu a podmínek okolí. Využívají se v oděvních a technických textiliích, v kompozitech a také ve speciálních zařízeních pro monitorování a indikaci různých veličin.

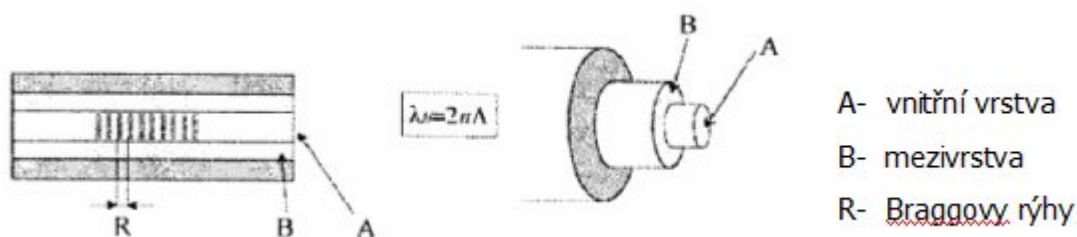
1.3.1. Textilní čidla

Hlavní představitel inteligentních textilních čidel jsou optická vlákna.

Optická vlákna

Indikují změny vnějších polí. Výroba je na základě křemíku (Si) nebo speciálních polymerů. Používají se pro přenos optického signálu, informace o teplotních změnách, mechanických magnetických a dalších polí či informace o přítomnosti chemických látek.

Příkladem jsou optická vlákna s Braggovými rýhami (Obrázek 8). Dají se dobře umístit do textilních struktur příze, tkaniny i lan.



Obrázek 8 Schéma optického zobrazení vlákna s Braggovými rýhami [4]

K indikaci změn teploty můžeme též použít textilní čidla na bázi vodivých vláken, piezoelektrická vlákna, vlákna s tvarovou pamětí, vlákna obsahující kapalné krystaly a chameleónní vlákna. Pro pH citlivé snímače je možné použít i gelová vlákna s gely citlivými na vnější podněty.

1.3.2. Textilní snímače

Pro realizaci snímačů polohy (souřadnic) nebo různých přepínačů na bázi textilních struktur se používá optických vláken, ale také vláken vodivých. Vyhodnocuje se poloha v místech, kde je textilie stlačena. Mezi snímače patří tkané displeje, přepínače, informační podložky a tkané klávesnice.

1.3.2.1. Klávesnice

Klávesnice jsou vhodné pro různé typy her (virtuální realita) nebo jako náhrada klávesnic u hudebních nástrojů (Obrázek 9) [4].



Obrázek 9 Tkaná klávesnice hudebního nástroje SOFTSWITCH [2]

Tkaná klávesnice

Tkaná klávesnice je tvořena např. jako 2 vrstvy vysoce vodivé pokovené textilní sítě v plátňové vazbě s malou dostavou (hustotou), které jsou odděleny nevodivou polyamidovou síťkou (vodivá vlákna jsou v osnově i útku). Při stlačení na správném místě dochází k propojení útkové a osnovní vodivé sítě. Podle elektrického toku se identifikuje nejen místo stlačení, ale i směr přitlačení. Důležité je, že si uvedená klávesnice ElekTex si zachovává všechny vlastnosti textilního materiálu - čili může se rolovat, skládat a hlavně i prát (Obrázek 10) [25].



Obrázek 10 Tkaná klávesnice společnosti ElekTex [25]

Vyšívaná textilní klávesnice

Vyšívaná textilní klávesnice je vyrobena z kevlaru a ocelových drátků. Je zde využito

elektrického čidla náboje pro rozlišení místa stlačení. V prototypu byl takovými vzory elektrod vyšit na denimové sako vybavené syntetizéry řízené klávesnicí. Reakce takové klávesnice v čase se ukázala u uživatelů jako vynikající (Obrázek 11) [2].

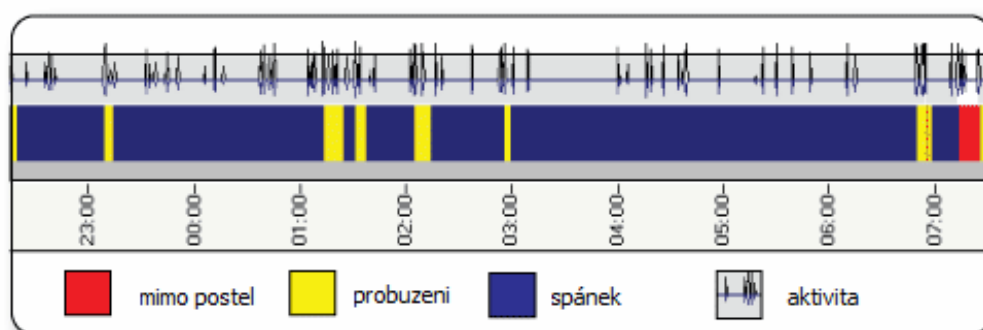


Obrázek 11 Vyšívání klávesnice z kevlaru [2]

1.3.2.2. Informační podložky

Senzorová spánková podložka

Senzorová spánková podložka je výrobek společnosti Tactex. Využívá technologie Kinotex®, kterou má tato společnost patentovánu. Tato podložka je vložena pod matraci. Snímač funguje na síti optických vláken které jsou umístěné mezi vrstvy polymerní pěny. V místě stlačení dojde k deformaci a tím změně dráhy světelných paprsků. Můžeme tak tedy sledovat celý průběh spánku. Tyto data jsou zaznamenávány do jednoduché statistiky. Uživatelé si pak mohou velmi jednoduše zjistit jak se mění kvalita spánku (Obrázek 12) [5].



Obrázek 12 Diagnostika spánku [5]

1.3.2.3. Dotykové přepínače

Stmívač

V uvedeném příkladu je místo studeného plastového materiálu použita tkanina. Jednoduchým klepnutím na textilní senzor se osvětlení zapne, zhasne či ztlumí. Vodivá vlákna jsou vetkané přímo do materiálu, takže neexistují žádné skryté tlačítka nebo spínače (Obrázek 13) [6].



Obrázek 13 Stmívač [6]

Novinkou je i bezpečný stmívač pro děti. Má podobu labutěnky a je to unikátní elektronické čidlo, které ovládá lampu. Materiál má 100 % textilního charakter. Jednoduše ovladatelný, odolný proti skvrnám, pracuje s jakoukoliv žárovkou s bezpečným připojením. Vyrobeno z vláken recyklovaných koberců (Obrázek 14) [6].



Obrázek 14 Dětský stmívač [6]

1.4. Inteligentní oděvy

Mezi nové technologie se řadí spojení textilu a elektroniky. Vznikají tak nové oděvy s výjimečnými vlastnostmi a novými možnostmi uplatnění.

„Wearable computing“ znamená v překladu nositelné počítače. Tato nositelná elektronika slouží k pojmenování oděvů se zabudovanou elektronikou sloužící k přenosu, přijímání a uskladnění informací. Můžeme tak bez problémů monitorovat

zdravotní stav, sledovat sportovce při jejich výkonech či navigovat kurýra na cestě za klientem. Elektronické součástky jsou dnes tak malé, že oděv esteticky neruší a oko laika zabudovaný systém ani nepostřehne. Velkou výhodou je, že člověk při nošení takového modelu není nijak zatěžován a může bez jakýchkoliv překážek vykonávat svou obvyklou činnost.

Je samozřejmě nutno přihlédnout, že textilní materiály mají odlišné vlastnosti než elektronika. Elektronika je velmi citlivá a špatné zacházení by mohlo způsobit chybnou funkčnost. Při běžném využití elektroniky nedochází k takovým zátěžím jako u elektroniky zabudované do oděvu. Například velkým problémem může být údržba - praní, sušení, žehlení atd. Další možné poškození elektroniky hrozí například při běžných fyziologických vlastnostech lidského organismu, a to je pocení (Tabulka 1).

ELEKTRONIKA	TEXTIL
neohebná	ohebná
náchylná k poškození	možnost čištění (praní)
ochrana tvrdým krytem	empirický výrobní pokrok
tvrdý povrch	jemný povrch
přesná konstrukce	nedefinované výrobní procesy
přesně definované vlastnosti	subjektivní kvalitativní kritéria

Tabulka 1 Elektronika versus textil [10]

1.4.1. Oděv jako informační systém

Pokrok v informačních technologiích umožnil vznik zcela nového oboru, kterému se říká „nositelná technologie“. Vložením počítačového softwaru do oblečení či různých oděvních doplňků se vyvíjí nová zařízení pro profesionální využití i použití v domácnostech (Tabulka 2). Vyvíjí se např. vestavěné senzory do obuvi pro záchranné jednotky, takže by hasiči i v zakouřeném prostoru díky počítači „viděli“ místo, kde zasahují. Nebo by ihned zjistili přítomnost jedovatých látek. Nositelné technologie nám umožňují vykonávat více aktivit najednou. Jiné využití se nám nabízí na chirurgických odděleních. Díky elektronickému náramku může lékař používat svůj počítač i přenášet data na dálku. Počítač se ovládá gesty, který je založen na mikropohybech. Součinnost mezi člověkem a počítačem nesmí každodenní práci zkomplikovat, nýbrž ji usnadnit, dodávat užitečné údaje a varovat před případnými problémy.

Komponenty	Senzor (snímací jednotka)	Síť (síťová jednotka)	Procesor (procesní jednotka)	Aktivátor (ovládací jednotka)	Energie (výkonná jednotka)
Funkce	snímání biometrických a jiných dat	přenos dat uvnitř a i do vnějších sítí	výpočet, analýza, ukládání dat	přizpůsobení k situaci ovlivňující uživatele, zobrazení dat	dodávání energie
Služby	informování, komunikace, podpora a další				
Aplikace	zdravotní stav (monitorování fyziologických funkcí)		znalosti (návodů k obsluze, navigace)		zábava (audio, video)
Produkty	nemocní lidé		pracující lidé		mladí lidé

Tabulka 2 Oděv jako informační systém [10]

1.4.2. Využití inteligentních oděvů

1.4.2.1. Komunikace

Navigační systémy

Mobilní komunikace otevřela odvětví informačních technologií (IT) netušené nové trhy, jako mobilní telefony, přenosné počítače a PDA (osobní číslicové pomocníky). Další fáze miniaturizace učiní zřejmě elektroniku „oblékatelnou“ (wearable), tzn. že jednotlivé funkční moduly budoucích elektronických systémů budou integrovány na různých místech do oděvu a přímo na těle se propojí do konkrétních komunikačních, počítačových a senzorových sítí. Model kombinézy s displejem v rukávu je výborným řešením pro kurýry. Komunikace mezi kurýrem a centrálou probíhá formou sms zpráv v mobilní síti GSM. Kurýr je též vybaven satelitním zaměřovacím systémem GPS. V rukávu je vedle displeje zašita flexibilní klávesnice, kde může zadávat povely a dotazy (Obrázek 15) [8].



Obrázek 15 Rukáv bundy pro kurýra [8]

1.4.2.2. Sport a volný čas

Využití inteligentních textilií je tak široké, že jsi najde uplatnění i v tomto odvětví. E-oděvy pomáhají při sportu profesionálním, ale i rekreačním. Chytré senzory mohou zabránit tragédii, kdy sportovec neodhadne své možnosti a své síly přecení. Ve sportu najdeme řadu prvků, určených pro trénink, fyzioterapii a rehabilitaci sportovců. Při neadekvátním pohybu se ozve zvukový signál.

Plavky s indikátorem slunečního záření

Během slunění je vhodné znát intenzitu slunečního záření. To je možné zajistit užíváním inteligentních plavek, které jsou schopné uvádět intenzitu záření. Elektronické plavky jsou schopné ukazovat stav ultrafialového záření a dobu opalování (Obrázek 16) [1].



Obrázek 16 Plavky s indikátorem slunečního záření [1]

Sportovní podprsenka a tričko

Spodní prádlo je vhodné pro sledování tepové frekvence. Snímač je umístěn do spodní části podprsenky a nebo do podprsní části trika. Umístění senzoru je šetrné a při sportu nepřekáží. Získané informace jsou bezdrátově přenášeny do hodinek. Sportovec má tedy možnost svou tepovou frekvenci sledovat a mít jí pod dohledem (Obrázek 17) [11].



Obrázek 17 Sportovní triko a podprsenka s vyjímatelným senzorem [11]

Popruh s ovládací klávesnicí společnosti Eleksen

Popruh umožňuje ovládat svůj iPod nebo jakékoliv zařízení na dálku. Touchpad podporuje připojení ovládání elektroniky pro iPod nebo jiné zařízení, které vyberete.

Lze jej integrovat do různých míst na popruh či na tělo tašky. Klávesnice je variabilní. Lze prát na 60 °C (Obrázek 18) [12].



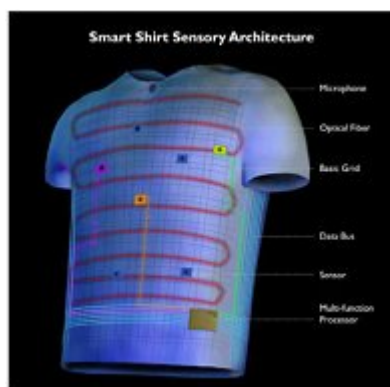
Obrázek 18 Popruh pro ovládání iPodu [12]

1.4.2.3. Vojenství

Použití vodivých vláken pro vojenské účely je velmi široké. Pro vojáka, který je vysazen v neznámé oblasti může tento oděv fungovat jako spojení s civilizací a být dokonalým pomocníkem, který hlídá zdravotní stav a dokáže identifikovat např. bojové plyny.

Inteligentní košile profesora Sundaresana Jayaramana

Výzkumný ústav Georgia Tech se stal průkopnickým ústavem, který provádí integraci elektroniky s textilem. Během projektu podporovaného v r.1996 institucí US Naval departmentu vyvinul Goergia Tech základní elektronický textilní prototyp GTWM s obchodním názvem inteligentní košile, která byla zhotovena pro bojové podmínky. Oblečení využívá optických vláken k detekci zranění a speciální čidla, které monitorují zdravotní stav během bojů. Lékařská čidla, připojená k tělu zabudovaná do inteligentní košile tvoří pak ohebnou řídící desku. Textilní e-soustava GTWM je tkanina vytvořená z polymerových optických vláken a jiných speciálních inteligentních nití a tvoří integrovanou e-textilii. Systém GTWM určuje přesnou polohu fyzikálního problému na těle a poskytuje informaci během několika sekund. To umožňuje zjistit, kdo vyžaduje bezprostřední pomoc v prvních hodinách boje, které jsou nejkritičtější ve válečném tažení. Dále je pak možné nastavovat čidla v souladu s požadavky uživatele. Např. plamenometník má čidla k zjišťování kyslíku nebo jiných nebezpečných plynů. Jiné senzory sledují rychlost dýchání, tělesnou teplotu a další (Obrázek 19) [1].



Obrázek 19 Inteligentní košile [1]

1.4.2.4. Zdravotnictví

Bylo by to skvělé, kdybychom o blížící se nemoci věděli ještě dříve, než o sobě dá vědět nepříjemnými projevy. Jednou z možností, jak toho docílit, jsou inteligentní oděvy, do nichž jsou vetkány senzory, které sledují lidské zdraví. Vize je taková, že jednotlivé části oblečení se budou skládat z několika vrstev různých vlastností, které se budou schopny navzájem propojit. Biocitlivá vrstva tkaniny trička, která je nejbližší lidské kůži, bude kontrolovat životní funkce, krevní oběh, teplotu nebo dýchání a upozorní, když se některá z těchto hodnot odchýlí od normálu. Oděv sám telefonicky oznámí zdravotní problémy, udá polohu nositele a zvýrazní barvu jeho oblečení, aby byl viditelnější pro záchraný tým. Přestože takto zaměřené projekty mají většinou stále laboratorní charakter, rychlý pokrok ve vědě i v samotném textilním průmyslu mnohé tyto myšlenky přibližuje na dosah. A některé se již dokonce přímo ověřují v praxi [13].

Inteligentní oděvy ve zdravotnictví

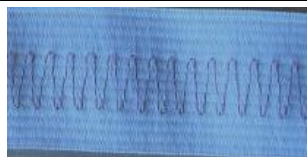
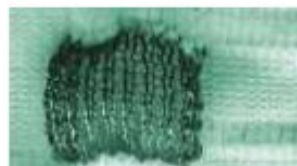

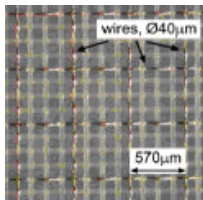
V tomto sektoru je využití inteligentních oděvů velmi široké. Senzory, které snímají a monitorují zdravotní stav pacienta, jsou zcela běžné.

Pomoc senzorů se ve zdravotnictví využívá často. Nejběžnějších je snímání tělesné teploty, srdeční činnosti či krevního tlaku. Dále můžeme zjišťovat hladinu cukru v krvi nebo přítomnost různých látek. Je možno měřit dechovou frekvenci a krevní tlak (Tabulka 3).

Zdravotnictví je obor, kde neustále dochází k využívání nových technologií. Inteligentní oděvy mohou zkvalitnit péči o pacienta. Neustále monitorují zdravotní stav pomocí senzorů zakomponovaných přímo do oděvů. Lékaři díky neustálému monitorování získávají lepší informace o životních funkcích a jejich změnách.

Díky tomu mohou lékaři včas odhalit komplikace ve zdravotním stavu a předejít tak

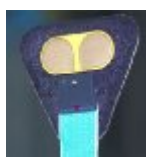
nepříjemnostem. Dále tyto oděvy dokážou dávkovat léčiva v závislosti na stavu pacienta a tak usnadnit práci zdravotnímu personálu.

<p>Dech</p> <p>- elasticita, měření dechové frekvence</p>	
<p>Puls</p> <p>- bavlněné příze ovinuté ocelovým drátek</p>	
<p>Tlak</p> <p>- rozlišení 5 mm, max. velikost pole 50x40cm. Max. rozsah tlaků je 7kPa-350 kPa, podkladový materiál - elastomer Lycra</p>	
<p>Teplota</p> <p>- měření spočívá v použití konstantního proudu a registraci změny teploty, která se převádí na elektrický odpor</p>	

Tabulka 3 Typy senzorů [14]

Senzory reagující na stres

Senzory o velikosti knoflíků, které výzkumníci zašili do pohodlné vesty, zachycují reakce osob při fyzickém a psychickém zatížení při práci stejně jako při sportování. Při stresu vzniká v lidských svaích nepatrné elektrické napětí, které senzory zachytí a získané impulsy přenáší vodivá vlákna integrovaná do textilie k vyhodnocovací jednotce. Elektronické prvky pro textilie vyvíjejí zejména vědci v berlínském Fraunhoferově ústavu pro mikrointegraci. Jde o stabilní kovová vlákna, vodotěsné uzávěry, a také vyhodnocovací elektronické jednotky, které budou součástí oděvů s integrovanými senzory. Vývoj a výzkum musí ovšem překonat řadu obtíží (pot, praní, údržba) (Obrázek 20) [16].



Obrázek 20 Senzor reagující na stres [16]

Vital Jacket

Kombinací textilií s lékařskou diagnostickou technikou BioDevices se z oděvu stává dokonalý monitorovací systém. Triko s implantovaným mikroelektronikou, která dohlíží na životně důležité orgány - srdeční frekvence a elektrokardiogram. HWM100 ukládá data na SD kartě pro dlouhodobé sledování a analýzu, HWM200 umožňuje přenos signálů, který je odeslán přímo na PDA nebo mobil (Obrázek 21) [17].



Obrázek 21 Vital Jacket [17]

Elektronické podprsenka

Profesor Malcolm McCormick z De Monfordské university vyvinul nové elektronické zařízení založené na průchodu elektrického proudu poprsím. Je založeno na rozdílu elektrického odporu mezi zdravou a nádorovou tkání. Podle výzkumu má hustší nádorová tkáň vyšší odpor, což lze zjistit citlivými přístroji založenými např. na kvantovém Hallově jevu. Měření poprsí pod různými úhly je možné pomocí počítače vytvořit tomogram nádoru. Tato technologie by mohla být dostupná během několika let a mohla by sloužit k rychlé vlastní diagnostice nádorových onemocnění prsů [1].

Senzor pro rozbor potu

Výzkumníci z irské Městské univerzity v Dublinu vyvíjí inteligentní oblečení se senzorem potu. Pot nám poskytuje řadu informací o našem zdraví. Do oděvu je zabudován biochemický senzor, který sleduje teplotu potu, obsah solí a kyselost potu (Obrázek 22). Tyto údaje jsou odesílány do počítače.

Podél kanálku jsou umístěné senzory:

- pro určení vodivosti
- pro měření teploty
- pro analýzu sodíkových kationtů

Velmi důležité je snímat informace z potu hned jak ho tělo vyloučí. Z tohoto důvodu je na konci kanálu absorbent, který stále zajišťuje přísun nového potu. Senzor potu nám nenahradí rozbor krve, ale může být velmi dobrým zdrojem informací o fyziologickém stavu člověka. Tyto senzory najdou své uplatnění především ve sportu a ve zdravotnictví.



Obrázek 22 Kanálek k získávání čerstvého potu [18]

Sport

Trenér může sledovat výkony svých svěřenců během zápasu a tréninků. Bude tak moci předcházet tragédiím, které jsou ve vrchového sportu stále častější. Dále může získat informace o výkonu. Kdy má jednotlivý sportovec nejvyšší výkonnost či naopak nejnižší.

Zdravotnictví

Vhodné nejvíce pro diabetiky a lidé trpící cystickou fibrózou. Pacienti nebudou muset trávit čas v nemocnicích, ale bude je možno sledovat přímo z domova.

Výzkumný tým z Dublinu hledá neoptimálnější řešení jak spojit tvrdou elektroniku s jemným textilem. Jednou z variant je stále zmenšující se velikost senzorů. Nejideálnější by byl senzor přímo z textilního materiálů. Odborníci čekají zvrát do 10 let [18].

Monitorování dítěte

Ve výzkumném ústavu ITV v Denkendorfu bylo vyvinuto speciální dětské tílko vybavené čidly. Tím je možné neustále sledovat jeho životní funkce, jako jsou činnost srdce, plic a tělesnou teplotu. Tak je možné včasné zjištění nemoci srdce a krevního oběhu. Očekává se, že bude možné předcházet tímto opatřením smrt dítěte v postýlce. Čidla jsou rozmístěna tak, aby nepřekážela a nenarušovala spánek dítěte (Obrázek 23) [30].

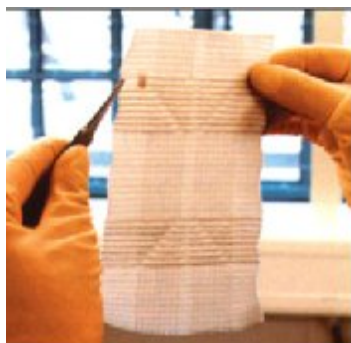


Obrázek 23 ITV vesta pro miminka [28]

1.5. Tvorba vodivých drah

1.5.1. Technologie vetkávání vodivých vláken do osnovy a útku

Technologie vetkávání vodivých vláken do osnovy a útku je jedna za nejvýhodnějších technologií. Na jednotlivé dráhy se následně připojí mikroelektronické součástky (Obrázek 24) [8].



Obrázek 24 Vetkané vodivé dráhy [8]

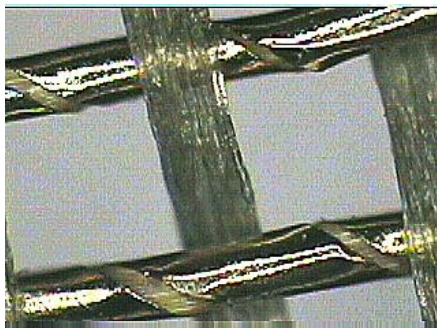
1.5.2. Technologie šití a vyšívání plošné textilní materiály

Šité či vyšité textilní elektrické obvody v sobě zahrnují textilní součásti (vodivé příze, vlákna a textilní substráty), které mají funkci vodivých drah, a dále senzory, elektrody a diskretní komponenty (např. rezistory).

Kovový hedvábný organtýn

Kovový hedvábný organtýn je jemná hedvábná tkanina s vodivými vlákny v útkové niti (Obrázek 25).

- osnova - hedvábná příze
- útek - hedvábná příze ovinuta kovovými fóliemi (vysoká vodivost)



Obrázek 25 Kovový organtýn [1]

Vodič je pouze v jediném směru, textile je proto anizotropně vodivá. Musí se tedy zabránit překřížení, což lze zajistit obalením či vyztužením textile izolační vrstvou

(izolace může ovlivnit vodivost) [7].

Vodivé příze

Vodivé příze jsou vodivá nerezová ocelová vlákna. Jejich velkou výhodou je, že jsou odolná vůči praní a nebo vlivu potu. Vodivost těchto přízí je omezena vlastní vodivostí nerezových ocelových vláken, která je závislá na procesu jejich výroby a na jejich průměru a jemnosti (Obrázek 26).



Obrázek 26 Našití vodivých dráhy na plošnou textilií [26]

Kompozity

Kompozity jsou tvořeny elektronickou výšivkou. Jedná se o techniku „stehování“ kompozitních cest. Segmenty vodivé cesty, které pokrývají ocelové svazky, vykazují menší odpor na jednotku délky než segmenty samotné. Vodivost těchto čistě ocelových přízí je asi 100x větší než příze kompozitní, což nutně vede k závěru, že nepřiliš přesná síť odporu může být jednoduše vytvořena kombinací řad stehů ve dvou materiálech.

1.5.3. Technologie textilního tisku

Další technologií, které jde využít při tvorbě vodivých drah je síťotisk. Dochází k protlačování barvy v předem připravené šabloně. Nejčastěji se pro síťotisk používá stříbrem plněné inkousty (pasty). Přidáním kovových složek do tradičních tiskacích past nám vzniknou vodivé koloranty. Mezi nevýhody takto vytvořených drah patří porušení v místě lomu při ohýbání. Vrstva vodivé pasty se naruší a tak se může snížit vodivost.

Síťotiskový proces sestává z prvního vniknutí dostatečného množství inkoustu (pasty) do síta v jednom směru a následně tisku ve směru opačném. Textilní substráty mají různé charakteristiky, a tak se u některých nedosáhne plného pokrytí pastou. Je třeba proces opakovat. Technologie síťotisku však neumožňuje, došlo by k rozmazání vzoru. Proto je třeba mezi dvojité tisk zařadit fixaci. V případě, že má síto příliš hustou dostavu projede sítem málo barvy a v obráceném případě může barva naopak

protýkat. Nerovnost potiskovaného materiálu může též ovlivnit nerovnoměrnost nánosu pasty.

Povrchová energie textilie musí být také blízká povrchovému napětí inkoustu či pasty. Hodnota povrchového napětí je ovlivněna hrubostí textilního materiálu a ovlivňuje, zda pasta bude absorbována do textilní struktury či bude zůstat na povrchu. V případě, že pasta zůstane na povrchu, vytvoří se lepší struktura pro vodivost, ale povrch bude náročnější na údržbu. Vodivost inkoustu je také ovlivněna absorpcí inkoustu a větší povrchovou nerovností (hrubostí) textilie. Tato technologie byla původně vyvinuta pro potisk desek s elektrickými obvody [8].

2. VLIV UŽÍVÁNÍ NA TEXTILNÍ VODIVÉ STRUKTURY - STERILIZACE

V této kapitole si přiblížíme, jaké požadavky jsou kladeny na výrobky, které slouží k odívání a obsahují vodivé struktury. Vytvořené vodivé dráhy jsou součástí uceleného výrobku, a tak si musíme uvědomit, že tento oděv budu nošen a udržován. U vodivých textilií tak nastává problém, jak o takové textilie pečovat. Optimální je řešení, kdy je ztráta vodivosti jednotlivých prvků minimální. Může se stát, že nesprávným použitím či údržbou oděv ztratí svou funkčnost, což je nežádoucí. Nepředpokládáme, že e-oděvy mají charakter výrobků na jedno použití, a tak stojíme před volbou, jak nejlépe postupovat.

Všechny součásti z textilních komponent jsou vystaveny účinkům:

- vnějšího prostředí (teplota a vlhkost vzduchu, déšť, sluneční záření, nečistoty v ovzduší)
 - vnitřního prostředí (vlhkost a teplo organismu, chemické působení potu)
 - silové účinky (vystavení oděvu určité zátěži při pohybu organismu, údržbě oděvu)
- [31]

Inteligentní oděvy mohou mít úspěch pouze tehdy, pokud budou pro člověka fyziologicky přijatelné a jejich nošení nebude majitele obtěžovat.

Výzkumná část této práce bude věnována vodivým strukturám ve zdravotnictví. Zde jsou na textilie s dlouhodobým charakterem užívání kladené požadavky na sterilitu. Pacienti i zdravotnický personál musí dodržovat přísné hygienické podmínky, aby nedocházelo k šíření nemocí.

2.1. Sterilizace

Zde nastíníme průběh sterilizace ve zdravotnictví. Výzkum bude následně věnován vlivu sterilizace na vodivé struktury. Již z předešlé části je zcela zřejmé, že smart struktury mají ve zdravotnictví široké uplatnění. Tato část bude věnována sterilizaci, která je v nemocnicích používána k zabránění šíření nozokomiálních nákaz.

Nozokomiální nákaza je přenosné infekční onemocnění vnějšího nebo vnitřního původu, které vzniklo v souvislosti s pobytem osob ve zdravotnickém zařízení. Za nemocniční nákazu je považována nákaza, která se s ohledem na svoji inkubační dobu projeví až po propuštění pacienta ze zdravotnického zařízení nebo po jeho přeložení do jiného

zdravotnického zařízení.

Sterilizaci dělíme na:

- předsterilizační přípravu
- sterilizaci ve sterilizátoru
- uskladnění sterilizovaného materiálu

2.1.1. Předsterilizační příprava

Je soubor činností před vlastní sterilizací, jehož výsledkem je čistý, suchý, funkční a zabalený zdravotnický prostředek. Provádí se buď ručně nebo v myčkách.

2.1.2. Způsoby sterilizace - sterilizace ve sterilizátoru

Různé druhy sterilizace (Tabulka 4)

Fyzikální	Chemická
parní	formaldehydová
horkovzdušná	ethylenoxidová
plazmová	
radiační	

Tabulka 4 Typy sterilizace [19]

2.1.2.1. Fyzikální sterilizace

Fyzikální sterilizaci můžeme rozdělit do 4 základních skupin:

1. Parní sterilizace - vlhkým teplem v parních přístrojích. Je vhodná pro předměty z kovu, skla, porcelánu, keramiky, textilu, gumy, plastů a dalších materiálů odolných ke sterilizačním parametrům.
2. Horkovzdušná sterilizace - sterilizace proudícím horkým vzduchem s nucenou cirkulací. Je vhodná pro předměty z kovu, skla, porcelánu, keramiky a kameniny.
3. Plazmová sterilizace - využívá plazmy vznikající ve vysokofrekvenčních elektromagnetickém poli, které ve vysokém vakuu působí na páry peroxidu vodíku nebo jiné chemické látky při teplotě 50-60 °C. Vhodné pro kovy, plasty, pryže nebo optické přístroje.
4. Radiační sterilizace - účinek vyvolává ionizující záření ve formě γ -záření z vhodného zdroje (kobalt 60, cesium 137) nebo svazku elektronů o vysoké energii vycházející z

urychlovačů. Provádí se ve speciálních radiačních centrech. Používá se při průmyslové výrobě sterilního jednorázového materiálu [19].

Speciální druh fyzikální sterilizace se nazývá frakcionovaná (přerušovaná). Používá se u materiálů, které by byly tlakovou sterilací poškozeny. Jde o časově náročnou metodu, kdy materiál sterilizujeme proudící parou (99 - 100 °C) po dobu 20 - 30 minut. Tento záhřev však neusmrtí bakteriální spóry. Musí se 3 až 4 opakovat po 18-24 hodin [20].

Var - všechny účinky vlhkého tepla při varu nelze za normálního atmosférického tlaku považovat za sterilizující. Ani dávky 1 - 2 % sody, 0,1 - 4 % formaldehydu, 0,1 - 0,2 % krezolu nezvyšují účinnost varu, zvyšují jen korosivní působení. Proto je zakázáno používání varu ke sterilizaci [21].

Parní sterilizace

Nejběžnější sterilizace ve zdravotnictví pro textilní výrobky je parní sterilizace. Suché teplo je méně účinné než pára pod tlakem. Má nižší koeficient vodivosti, a proto proces probíhá při vyšší teplotě a po delší expoziční dobu.

Nejvýhodnější je sterilizace v autoklávu za přetlaku a teplotě vyšší než 100 °C.

- je nejdokonalejší způsob dosažení absolutní sterility
- smrtící činidlo je vlhká pára a určitý tlak
- stupeň účinnosti se odvíjí od teploty a délky expozice
- při sterilizace nasycenou parou v autoklávu za přetlaku vře voda při vyšší teplotě než 100 °C

Teplota ° C	Přetlak v MPa
100	0,0
105	0,019
110	0,041
115	0,067
120	0,096
121	0,1
125	0,129
134	0,2

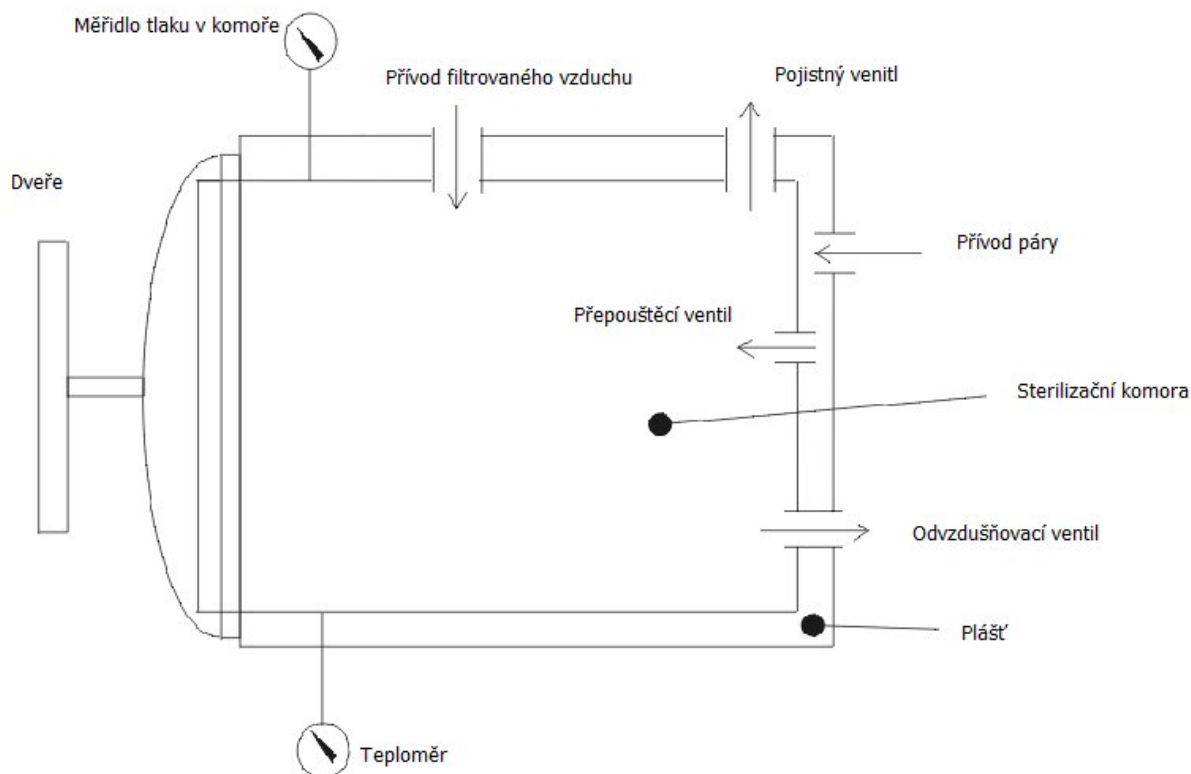
Tabulka 5 Tabulka závislosti teploty varu vody na tlaku [20]

Ve zdravotnictví jsou povoleny dva typy sterilizace:

- při teplotě 121 °C a přetlaku 0,1 MPa doba působení 20 minut

- při teplotě 134 °C a přetlaku 0,2 MPa doba působení 10 minut [20]

Sterilizace pod tlakem probíhá autoklávu (Obrázek 27). Na tento typ sterilizace se vztahuje ČSN EN 554 Sterilizace zdravotnických prostředků - Validace a průběžná kontrola sterilizace vlhkým teplem.



Obrázek 27 Schéma sterilizace v autoklávu [22]

Všechny typy autoklávů mají odvzdušnění gravitační, vysokovakuové nebo s nuceným odsáváním.

Materiál ke sterilizaci, zejména textil, musí být složen tak, aby v autoklávu byl umožněn co nejsnazší způsob průniku páry. Nástroje mají být kryty vrstvou propustného materiálu. Gumové předměty musejí být obaleny textilií nebo papírem, jinak se slepí, rukavice musí mít plátěnou vložku.

Jakmile dosáhneme vyrovnání teploty v autoklávu a potřebného tlaku, nastává vlastní sterilizační proces, probíhající po celou expoziční dobu.

Expoziční doba trvá od ustálení sterilizační teploty do vypnutí přístroje. Zahrnuje dobu usmrcování (předepsaná doba sterilizace) a tzv. „bezpečnostní koeficient času“.

2.1.2.2. Chemická sterilizace

Je určena pro termolabilní materiál. Sterilizačním médiem jsou plyny předepsaného složení a koncentrace. Sterilizace probíhá v přístrojích za stanoveného přetlaku a

podtlaku (zavzdušnění komory na konci cyklu probíhá přes filtr) při teplotě 80 °C.

1. Formaldehydem - založeno na působení plynné směsi formaldehydu s vodní párou při teplotě 60-80 °C v podtlaku. Využití: optické předměty, guma, nedoporučuje se pro textil a papír.
2. Ethylenoxidem - v podtlaku či přetlaku při teplotě 37-55 °C. Po sterilizaci se musí předměty řádně odvětrat při teplotě na 15 °C. Vhodné pro čištění termolabilních předmětů, přístroje s optikou, ostrých nástrojů, papíru, porézních materiálů např. peří, molitan nebo matrace.

2.1.3. Uskladnění sterilizované materiálu

Obaly sterilizovaných zdravotnických prostředků jsou určeny pro ochranu sterilizovaných předmětů před sekundární kontaminací do doby jejich použití, a také před poškozením. (ČSN EN 868).

Obalové materiály

Předměty se do sterilizačních přístrojů vkládají ve schválených obalech nebo sterilizačních boxech. Obaly se uzavírají zatavováním k tomu účelu konstruovanými tavičkami nebo lepením vodotěsným lepidlem. Uzavírání obalů jiným způsobem je nepřípustné [19].

3. VÝZKUMNÁ ČÁST

Experiment řeší zabudování elektricky vodivých drah do tílka, jež by snímalo a monitorovalo teplotu u batolat. Tento experiment nám přiblíží chování vodivých drah v jednotlivých etapách sterilizace. Pro tento účel zde bude navržen prototyp dětské tílky, které by sloužilo ke snímání tělesné teploty u novorozenců. Měření tělesné teploty u dětí probíhá análně a je tedy nutno dítě budít. Toto tílko by mohlo v budoucnu sloužit k monitorování teploty a dětský pacient by byl buzen pouze v případě, že sledovací systém ohlásí zvýšenou teplotu.

I. Návrh elektricky vodivých drah sloužící ke snímání teploty u batolat

1. volba vhodného podkladového materiálu a volba vodivých nití
2. návrhy vodivých drah pro dětské tílko sloužící k snímání teploty
3. zhotovení elektricky vodivých drah - vzorníky

II. Analýza chování vodivých drah v procesu velkokapacitní prádely se specializací praní v nemocnicích s dětskými pacienty

4. intenzivní způsob sterilizace (materiál A)
5. šetrnější způsob sterilizace (materiál B)
6. vyhodnocení změn během cyklu sterilizace

3.1. Volba vhodného podkladového materiálu a volba vodivých nití

Pro tento výzkum byly zvoleny dva druhy podkladových materiálů:

- 100 % CO pro výrobu dětského prádla (materiál A)
- 92 % CO a 8 % elastan, běžná kombinace pro výrobu dětských triček (materiál B)

Pro tento účel byly Technickou univerzitou v Liberci poskytnuty vodivé nitě společnosti BEKINOX s různými parametry- jemnosti, zákrutu a tuhosti:

VN 12/1 x 275/100 Z (100 % ocelová vlákna) (typ 1) (Příloha 1)

VN 12/2 x 275/175 S (100 % ocelová vlákna) (typ 2) (Příloha 1)

VN 12/6 x 275/120 S (100 % ocelová vlákna) (typ 3) (Příloha 1)

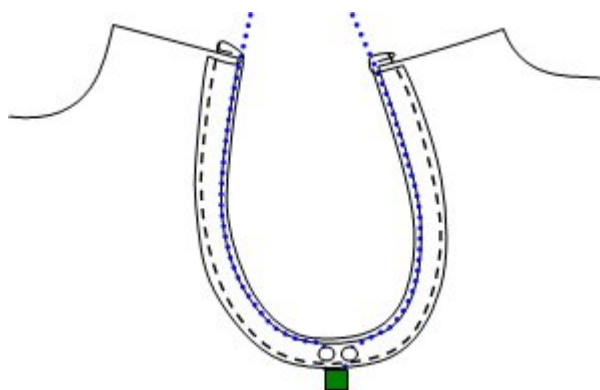
3.2. Návrhy vodivých drah pro dětské tílko sloužící k snímání teploty

3.2.1. Včlenění do lemovacího proužku průramku

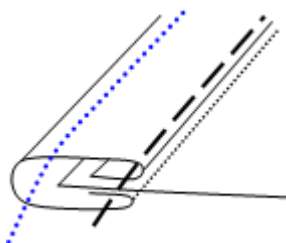
Vodivá nit je včleněna do lemovacího proužku průramku. Jelikož uvažujeme, že vodivá dráha bude napojena ke snímači teploty ve spodní části průramku, musíme vytvořit otvory k protažení nitě. Zde na nákresu je představa, jak by mohla realizace vypadat. Během tohoto výzkumu byly tyto otvory vynechány a nit je tedy po celou dobu vedena tunýlkem. Označení tohoto typu je u vzorků pod písmenem K.

Návrhy řešení vytvoření otvorů:

- ručně vyšité dírky po vytvoření lemovacího proužku přímo na modelu (nereálné, velká časová náročnost) (Obrázek 28)
- strojově vyšité dírky na lemovacím proužku ještě před založením do lemovacího přídavného zařízení (je nutno přesně vyměřit, aby nedocházelo k znehodnocení modelu špatným umístěním po našití lemu)
- proražení dírek a nasazením umělohmotných kroužku (též musí být vytvořeno ještě před založením lemovacího proužku k lemování)



Obrázek 28 vodivá nit v lemovacím proužku průramku

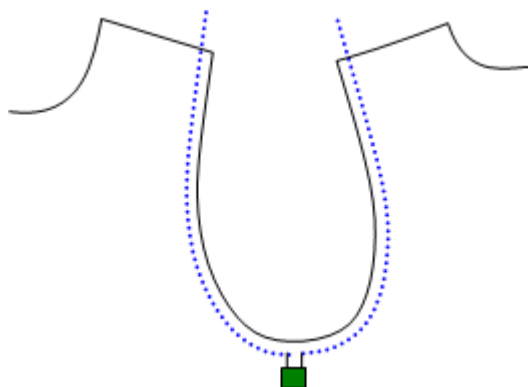


Obrázek 29 Průřez švem třídy 3.22.01

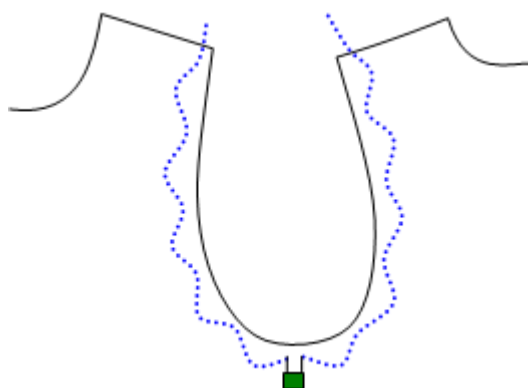


Obrázek 30 Třída stehu 301 [15]

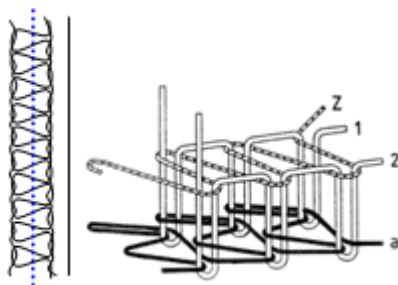
Jednodušší řešení je našít vodivé dráhy po obvodu průramku za použití interlockového stroje se spodním krytím (Obrázek 31). Interlockové šití kopíruje tvar průramku. V celé této práci bude tento typ značen jako **N**.



Obrázek 31 Různé možnosti našití pomocí třídy stehu 602



Obrázek 32 Vedení vodivé nitě po obvodu průramku



Obrázek 33 Třída stehu 602, použití speciální patky pro vedení vodivé nitě [15]

Další možností je našít vodivé dráhy po obvodu průramku za použití interlockového stroje se spodním krytím nitě. Vodivá dráha nekopíruje tvar průramku. Byl zvolen vlnitý

charakter dráhy (Obrázek 32) a byl použit stejný stroj.

3.3. Tvorba vodivých drah

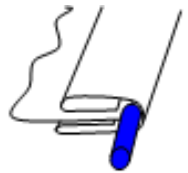

Pro tento výzkum byly navrženy tři způsoby, jak vodivé nitě na oděv umístit. Během tvoření vzorníků bylo zjištěno, že vzorek, který má vlnitý tvar, je náročný na manuální zručnost obsluhy stroje a i na spotřebu nití, a proto byl z dalšího experimentu vyřazen.

Pro tento experiment bylo vytvořeno:

- 36 vzorníků (18 x použit materiál A, 18 x použit materiál B) (Příloha 11)

3.3.1. Vytvoření vodivé dráhy pomocí šicího stroje s vázaným stehem

Značení: K

Třída švu	Způsob položení materiálu	Prošití	Třída stehu	Zařazení stroje	Přídavné zařízení
3.22.01			301	Plochý šicí stroj s vázaným stehem	Lemovací přídavné zařízení

Tabulka 6 Tvorba vodivé dráhy - třída švu 3.22.01



Obrázek 34 Vzorky - třída švu 3.22.01 (typ K)

Použité vodivé nitě:

- VN 12/1 x 275/100 Z (100 % ocelová vlákna) (**typ 1**)

Materiál A: K1a90, K1b90, K1c90

Materiál B: K1a40, K1b40, K1c40

- VN 12/2 x 275/175 S (100 % ocelová vlákna) (**typ 2**)

Materiál A: K2a90, K2b90, K2c90

Materiál B: K2a40, K2b40, K2c40



- VN 12/6 x 275/120 S (100 % ocelová vlákna) (typ 3)

Materiál A: K3a90, K3b90, K3c90

Materiál B: K3a40, K3b40, K3c40

3.3.2. Vytvoření vodivé dráhy na interlockovém stroji SIRUBA

Značení: N

Třída švu	Způsob položení materiálu	Prošití	Třída stehu	Zařazení stroje	Přídavné zařízení
5.01.01			602	Plochý interlockový stroj	Speciální strojová patka

Tabulka 7 Tvorba vodivé dráhy - třída švu 5.01.01



Obrázek 35 Vzorky - třída švu 5.01.01 (typ N)

Materiál A + B

Použité vodivé nitě:

- VN 12/1 x 275/100 Z => typ 1

Materiál A: N1a90, N1b90, N1c90

Materiál B: N1a40, N1b40, N1c40

- VN 12/2 x 275/175 S => typ 2

Materiál A: N2a90, N2b90, N2c90

Materiál B: N2a40, N2b40, N2c40

- VN 12/6 x 275/120 S => typ 3

Materiál A: N3a90, N3b90, N3c90

Materiál B: N3a40, N3b40, N3c40

Tento typ byl vyřazen po prvním šití kvůli náročnosti vlnkového charakteru. A celá tato práce již neobsahuje tento typ vzorků (Obrázek 36)



Obrázek 36 Vlnkový charakter - třída švu 5.01.01

3.3.3. Měření vodivosti

Elektrická vodivost je určena vztahem:

$$G = \frac{I}{U}$$

kde I je elektrický proud protékající vodičem a U je elektrické napětí na koncích vodiče.

Elektrická vodivost je převrácená hodnota elektrického odporu R, tzn.

$$G = \frac{1}{R}.$$

Elektrická vodivost popisuje schopnost dobře vést elektrický proud. Čím větší je vodivost, tím silnější elektrický proud prochází vodičem při stejném napětí. Dobrý vodič má vysokou hodnotu vodivosti, špatný vodič má nízkou hodnotu vodivosti.

3.3.4. Podmínky měření

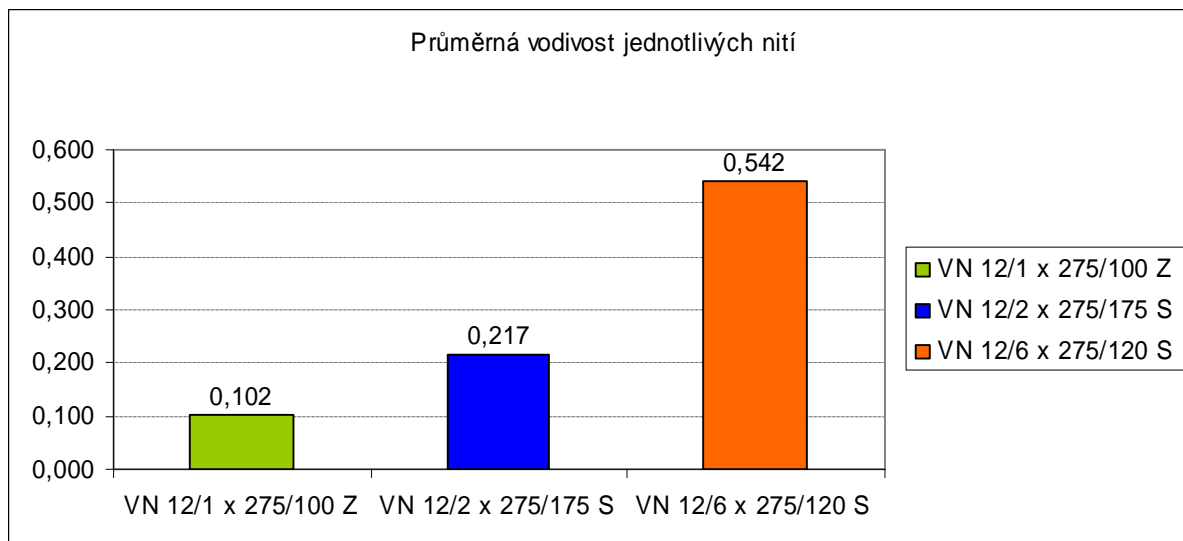
Po jednotlivých etapách byla měřena vodivost. Byl zapůjčen digitální miliohmometr od výrobce LUTRON ELECTRONIC s přesností na $\pm (0,75 \% + 4)$. Tento přístroj byl zapůjčen společností Time Import, a.s.

Vzhledem k tomu, že byl výzkum byl prováděn v prádelně, kde je velmi vysoká vlhkost (až kolem 90 %) a velmi vysoká teplota - přes 30 °C, muselo být prováděno měření vždy v oddělené místnosti - kanceláři, kde byla teplota $T = 24\text{ °C} (\pm 2\text{ °C})$ a vlhkost $\varphi = 72\% (\pm 4\%)$. Délka vodivé nitě byla vždy 29 cm.

Před celým sterilizačním cyklem byly naměřeny hodnoty všech vytvořených vzorků. Cílem bylo zjistit, které nitě mají nejvyšší počáteční vodivost.

Druh nitě	VN12/1 x 275/100 Z	VN 12/2 x 275/175 S	VN 12/6 x 275/120 S
Průměrná vodivost [S]	0,102	0,217	0,542

Tabulka 8 Průměrná počáteční vodivost jednotlivých nití



Graf 1 Průměrná vodivosti jednotlivých nití

V tabulce jsou zobrazeny výchozí hodnoty vzorků se stejnými vodiči. Nejnížší hodnoty elektrického odporu vykazovaly vzorky VN 12/6 x 275/120 S, které jsou již od prvního pohledu mnohem silnější než nitě VN 12/1 x 275/100 Z a VN 12/2 x 275/175 S.

Naopak nitě nejjemnější VN 12/1 x 275/100 Z měly schopnost vedení elektrického proudu již od počátku o 81 % menší než nitě VN 12/6 x 275/120 S. Pro experiment byly použity všechny typy bez ohledu na počáteční stav. Předmětem výzkumu se tedy stalo i zjištění, které ze třech druhů nití údržbou sterilizace sníží nejméně svou vodivost.

3.4. Intenzivní sterilizace

Pro vzorky typu A byl vybrán intenzivní způsob sterilizace s následujícím postupem:

- praní ve velkokapacitní pračce při teplotě 90°C (1 hodina 20 minut)
- sterilizace parou za teploty 134 °C (doba 10 minut)
- tvarovací proces - formou lisování

Pro tento výzkum byla oslovena prádelna, která se zabývá praním věcí pro děti. Jedná se o prádelnu patřící k Thomayerově nemocnici v Praze. Tato prádelna se nachází přímo v areálu u Dětského centra. V této prádelně se pere pouze prádlo pro dětské

pacienty. Všechny vzorky byly prány a sterilizovány v reálných podmínkách. Pro tento experiment byly zvoleny dva způsoby praní. Oba byly uskutečněny v pračce WF22G4 italského výrobce Grandimpianti (Příloha 5).

Praní

Pro praní na 90° C používáme pro prádlo nemocných a kojenců, hodí se pro prádlo z bavlny, lnu, viskózy, bílé nebo barvené, které lze vyvážet.

Prací prášek: Alfa (Příloha 6)

Doba celého procesu praní: 1 hodina 20 minut

Sterilizace

Sterilizace proběhla v parním sterilizátoru staršího data výroby. Tento přístroj je 2 x ročně kontrolován, aby splňoval Vyhlášku 195/2005 ze dne 18.5.2005 (Obrázek 37).

Předem předsušené prádlo i se vzorníky, které je určeno ke sterilizaci, se narovná do bubny a pečlivě se uzavře. Doba expozice je 10 minut, přetlak 0,2 MPa.

Průběh sterilizace po zablokování dveří:

- napouštění vody
- odvzdušnění
- sterilizační fáze
- vypouštění vody a páry
- sušení
- latentní fáze (dosušení)



Obrázek 37 Parní sterilizace

Teplota	Přetlak	Doba expozice	Sušení	Latentní fáze	Celková doba
134°C	0,2 MPa	10 minut	20 minut	35 minut	65 minut

Tabulka 9 Sterilizace intenzivní způsob

Tvarovací proces

Protože je materiál ze 100 % bavlny, je možno ho lisovat. Teplota lisu byla 156 °C [± 5 °C] a doba přtlaku činila 10 sekund (Obrázek 38).



Obrázek 38 Lis Textima K 350 R

Celá doba jednoho intenzivního cyklu sterilizace byla 3,5 hodiny (s měřením přibližně 4,5 hodiny).

3.5. Šetrný způsob sterilizace

Pro typ materiálu B, který je směsový, byl vybrán šetrnější způsob sterilizace:

- praní ve velkokapacitní pračce při teplotě 40 °C (prací cyklus 60 minut)
- sterilizace při teplotě 121 °C a přtlaku 0,1 MPa (doba trvání 20 minut)
- žehlení ruční žehličkou při teplotě do 110 °C (Příloha 9)

Praní

Praní na teplotu 40 °C je vhodné pro barevné prádlo či jemné prádlo - barevné prádlo z bavlny, polyesteru, směsi, příp. jemné praní viskózy nebo syntetických vláken.

Prací proces probíhal v opět v pračce značky Grandimpianti.

Prací prášek: Alfa (Příloha 6)

Doba celého procesu praní: 1 hodina 20 minut

Sterilizace - šetrný způsob

Tato sterilizace probíhá za nižšího tlaku, teploty 121 °C a doby působení 20 minut. Bylo prováděno ve stejném parním sterilizátoru (zvolen jiný program).

Teplota	Přetlak	Doba expozice	Sušení	Latentní fáze	Celková doba
121 °C	0,1 MPa	20 minut	20 minut	35 minut	75 minut

Tabulka 10 Sterilizace šetrný způsob

Žehlení

Zde bylo zvoleno žehlení na nejnižší stupeň - pouze na 110 °C. Je zcela zřejmé, že podkladový materiál by vydržel i vyšší teplotu. Předmětem výzkumu byly ale vodivé nitě a byla zvolena teplota záměrně nižší, aby bylo možné vypořádat, zda právě teplota tvarování má na vodivé nitě vliv. K žehlení byla použita ruční žehlička Rowenta (Příloha 9).

Celý 1 sterilizační cyklus trval přibližně 2,5 hodiny (s jednotlivými měřeními všech vzorků 3,5 hodiny).

3.6. Vyhodnocení

Předmětem této kapitoly je nalézt co nejvýhodnější způsob sterilizace, který by co nejméně snižoval vodivost jednotlivých vzorků. Tento výzkum zaměříme těmito hlavními směry:

- vliv použitého sterilizačního postupu
- snížení vodivosti jednotlivých druhů vodivých nití
- rozbor procentuálního úbytku vodivosti u vzorku s nejhorším výsledkem

3.6.1. Vliv druhu sterilizace na vodivost

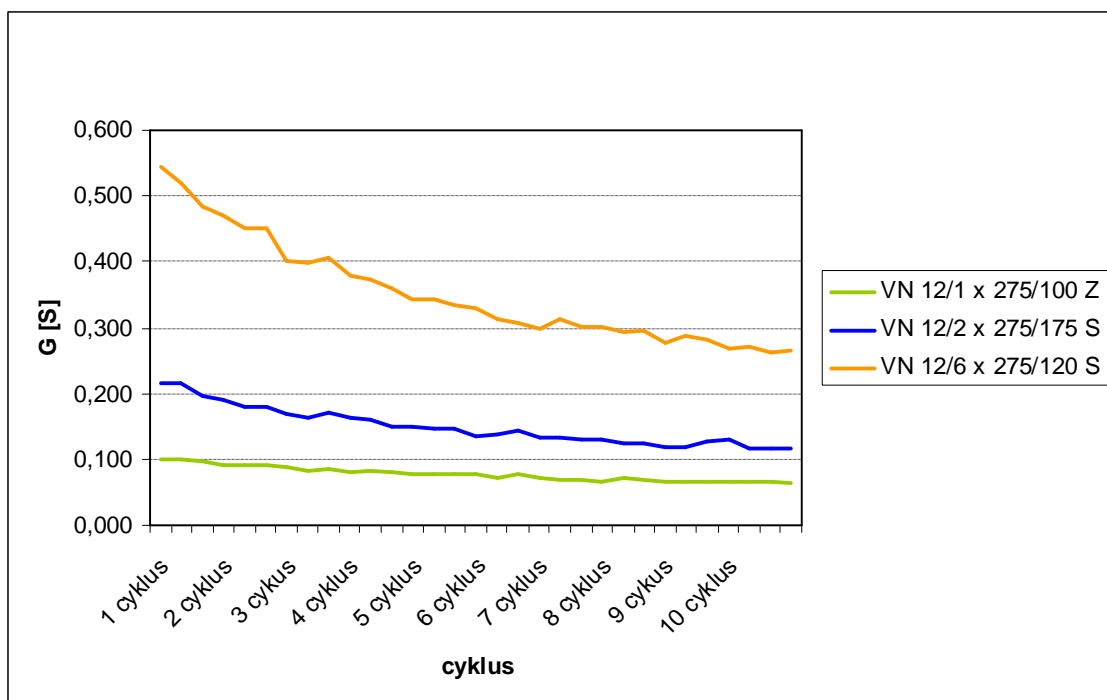
Data získaná během měření v 10-ti po sobě následujících cyklech, byla naměřena a sestavena do tabulek (Příloha 15 a Příloha 16). Z naměřených odporů se následně dle vzorce pro výpočet vodivosti vypočítaly hodnoty elektrické vodivosti jednotlivých vzorků. Vždy byly vytvořeny 3 vzorky od jednotlivých druhů vzorníku (a,b,c). Získané hodnoty byly následně zprůměrovány a tyto hodnoty posloužily k sestavení následujících tabulek a grafů.

3.6.1.1. Intenzivní sterilizace - třída švu 5.01.01

Tento šev je tvořen pomocí interlockového šití - třída stehu 602. Vodivá nit není tak intenzivně krytá. Vodivost klesá velmi prudce u nitě VN12/6x 75/120 S. Tento způsob intenzivní způsob sterilizace má za následek velký pokles vodivosti u všech testovaných nití (Příloha 20).

Třída švu 5.01.01 intenzivní sterilizace	Typ 1 VN 12/1 x 275/100 Z	Typ 2 VN12/2 x 275/175 S	Typ 3 VN 12/6 x 275/120 S
Počáteční hodnota G [S]	0,098	0,217	0,546
Konečná hodnota G [S]	0,064	0,116	0,266
Úbytek vodivosti v %	34,7	46,5	51,3

Tabulka 11 Intenzivní sterilizace - třída švu 5.01.01



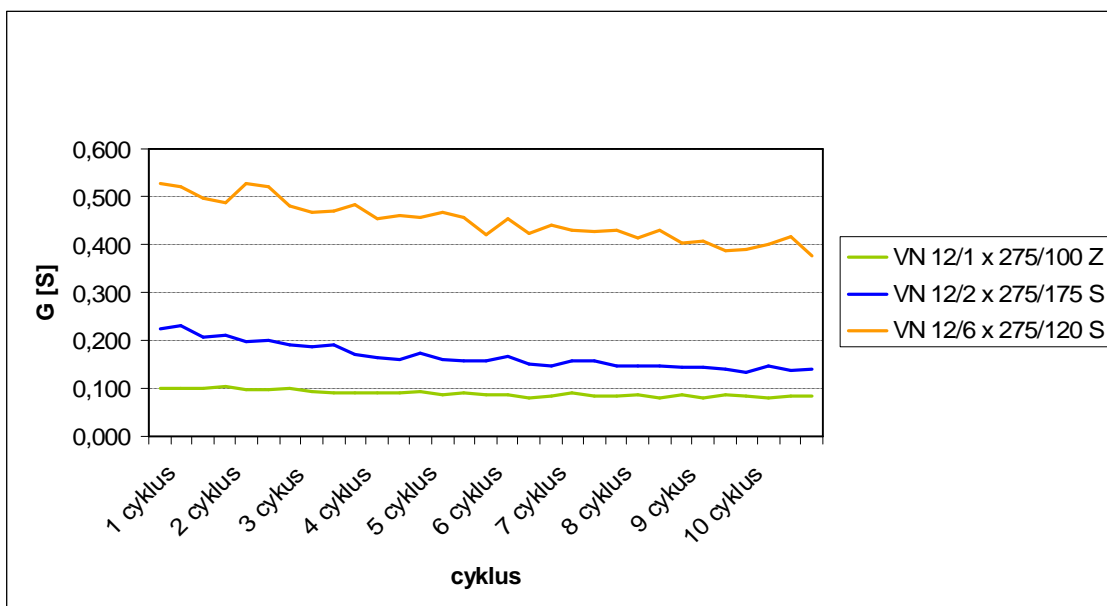
Graf 2 Intenzivní sterilizace - třída švu 5.01.01

3.6.1.2. Šetrná sterilizace - třída švu 5.01.01

Z výsledků je patrné, že tento způsob sterilizace je v porovnání z předešlým způsobem mnohem šetrnější k vodivým nitím. Tento způsob sterilizace lze brát jak jeden z nejlepších. K nejnižšímu snížení vodivosti došlo u nití VN12/1x 275/100Z. Jedná se o nitě, které jsou nejjemnější (Příloha 18).

Třída švu 5.01.01 Šetrná sterilizace	Typ 1 VN 12/1 x 275/100 Z	Typ 2 VN12/2 x 275/175 S	Typ 3 VN 12/6 x 275/120 S
Počáteční hodnota G [S]	0,101	0,222	0,527
Konečná hodnota G [S]	0,082	0,139	0,375
Úbytek vodivosti v %	18,8	37,4	28,8

Tabulka 12 Šetrná sterilizace - třída švu 5.01.01



Graf 3 Šetrná sterilizace - třída švu 5.01.01

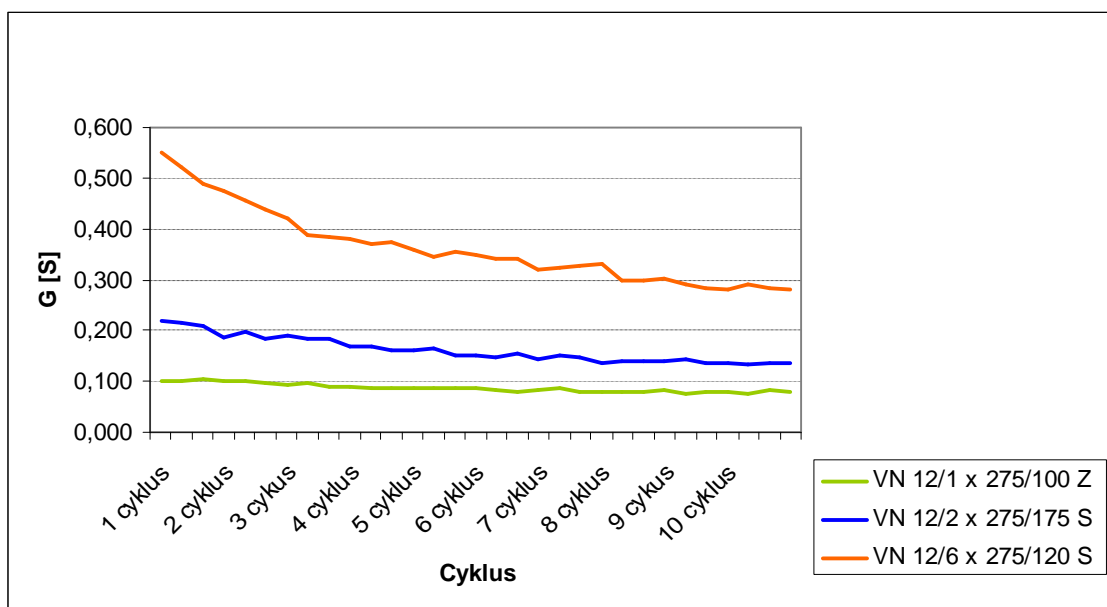
3.6.1.3. Intenzivní sterilizace - třída švu 3.22.01

V tomto případě, kdy jsou vodivé nitě chráněny před mírou sterilizace pomocí lemu, dochází k nižšímu snížení vodivosti, než jak tomu bylo u intenzivní sterilizace třídy švu 5.01.01. Přesto snížení vodivosti je velmi znatelné a ani tento způsob není vhodný k údržbě pro nitě VN12/2 x 275/175 S a VN 12/6 x 275/120 S.

Jediná nit, která vykázala malý pokles vodivosti, byla nit VN 12/1 x 275/100 Z. Po vytažení chráněné niti z tunýlku nebyly zřejmé žádné velké změny ve struktuře (Příloha 19).

Třída švu 3.22.01 Intenzivní sterilizace	VN 12/1 x 275/100 Z Typ 1	VN12/2 x 275/175 S Typ 2	VN 12/6 x 275/120 S Typ 3
Počáteční hodnota G [S]	0,102	0,219	0,550
Konečná hodnota G [S]	0,079	0,135	0,280
Úbytek vodivosti v %	22,5	38,4	49,1

Tabulka 13 Intenzivní sterilizace - třída švu 3.22.01



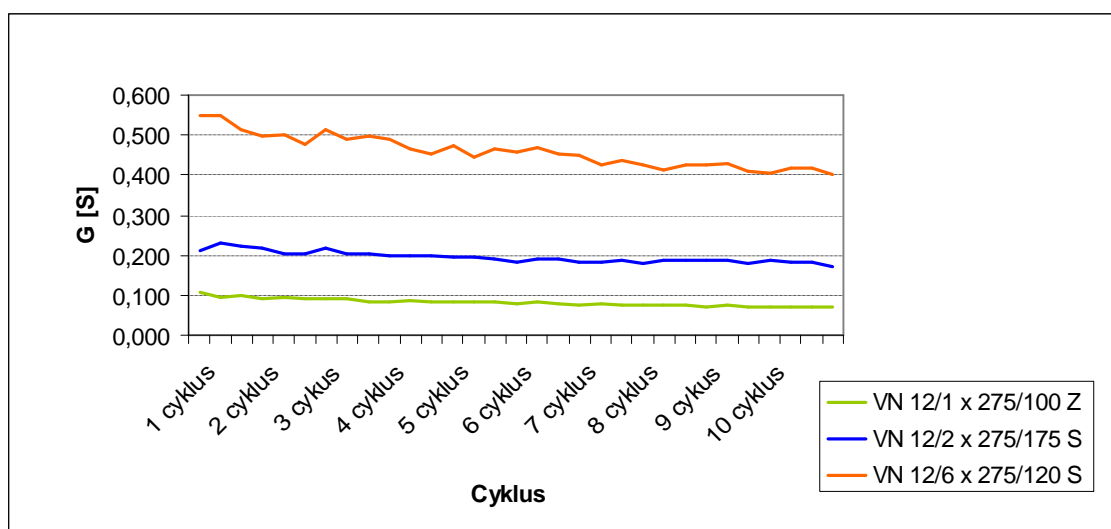
Graf 4 Intenzivní sterilizace - třída švu 3.22.01

3.6.1.4. Šetrná sterilizace - třída švu 3.22.01

Tato možnost údržby je přijatelná pro nitě typu 2 a 3. Pokles vodivosti patří k lepším. Nitě jsou ukryty v tunýlku lemu. Tento druh sterilizace nejlépe vyhovuje objemnějším typům nití 2 a 3 (Příloha 17).

Třída švu 3.22.01 Šetrná sterilizace	VN 12/1 x 275/100 Z Typ 1	VN12/2 x 275/175 S Typ 2	VN 12/6 x 275/120 S Typ 3
Počáteční hodnota G [S]	0,107	0,212	0,547
Konečná hodnota G [S]	0,073	0,169	0,403
Úbytek vodivosti v %	31,8	20,3	26,3

Tabulka 14 Šetrná sterilizace - třída švu 3.22.01



Graf 5 Šetrný sterilizace - třída švu 3.22.01

Doporučení

Při sledování jednotlivých změn ve vodivostních vlastnostech nití bylo zjištěno, že pro vodivá vlákna není vhodný intenzivní způsob sterilizace. U všech sledovaných vzorků byl nejvyšší pokles vodivosti zaznamenán právě u intenzivní sterilizace. Pro nitě typu 2 a 3 lze doporučit postup šetrné sterilizace a použití třídy švu 3.22.01 (lemovací proužek). V závěru jde říci, že při všech způsobech sterilizace dopadly lépe vzorky, které byly ukryty v lemovacím švu. Výjimkou byly vzorky využívající vodivé nitě typu 1, kde nejlepší výsledky prokázaly vzorníky se švem třídy 5.01.01. Vysvětlením může být, že nitě během této šetrnější sterilizace získaly kompaktnější charakter a působily soudržnějším dojmem.

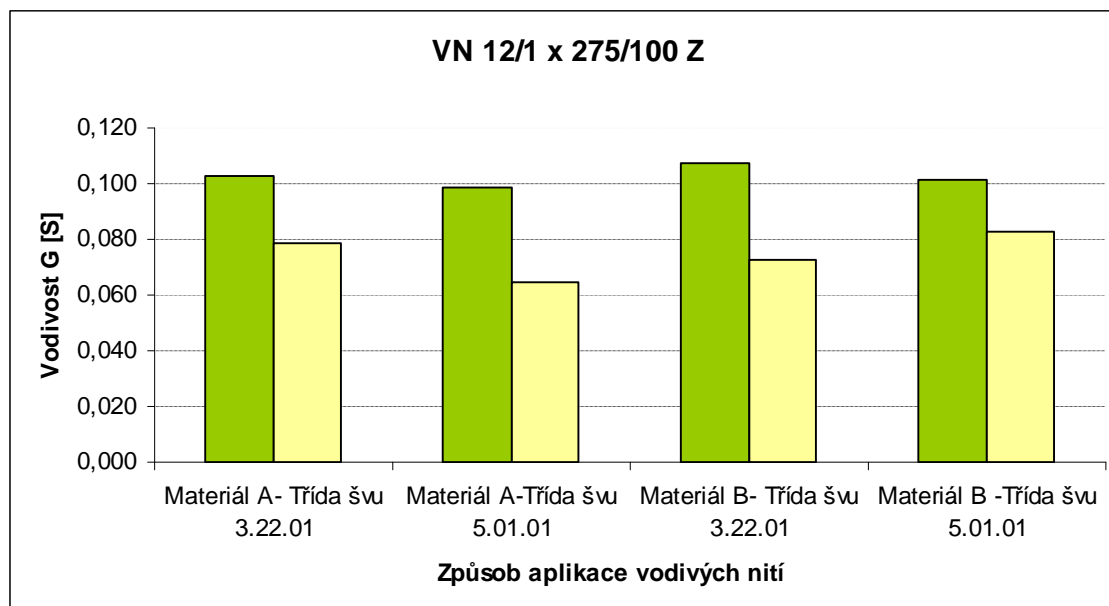
3.6.2. Vliv druhu sterilizace na vodivost jednotlivých typů nití

3.6.2.1. Vodivost nití VN 12/1 x 275/100 Z (typ 1)

Tyto nitě od počátku měly zcela nejnižší vodivost. Během celého procesu údržby bylo zjištěno, že tyto nitě k velkému překvapení svou vodivost ztrácí nejméně ze všech testovaných druhů. Nejlépe si svou vodivost zachovávaly ty nitě, které byly po obvodu průramku přichyceny pomocí interlockového stehu (třída stehu 602) a jejich údržba byla šetrnějšího charakteru. Intenzivní sterilizace je vhodná, pokud je nit schována v lemu. Pak je vodivost velmi vysoce zachována. Nit získala na tuhosti, a proto jednotlivá vlákna jsou více soudržná než na počátku experimentu. Během cyklů docházelo k postupnému propletení jednotlivých vláken a nit působila kompaktněji než na počátku experimentu. Jednotlivé hodnoty viz Příloha 21.

Průměrné hodnoty VN 12/1 x 275/100 Z (typ 1)	Materiál A Třída švu 3.22.01	Materiál A Třída švu 5.01.01	Materiál B Třída švu 3.22.01	Materiál B Třída švu 5.01.01
Počáteční hodnota G [S]	0,102	0,098	0,107	0,101
Konečná hodnota G [S]	0,079	0,064	0,073	0,082
Úbytek vodivosti v %	22,5	34,7	31,7	18,8

Tabulka 15 Vodivost nití VN 12/1 x 275/100 Z



Graf 6 Vodivosti nití VN 12/1 x 275/100 Z

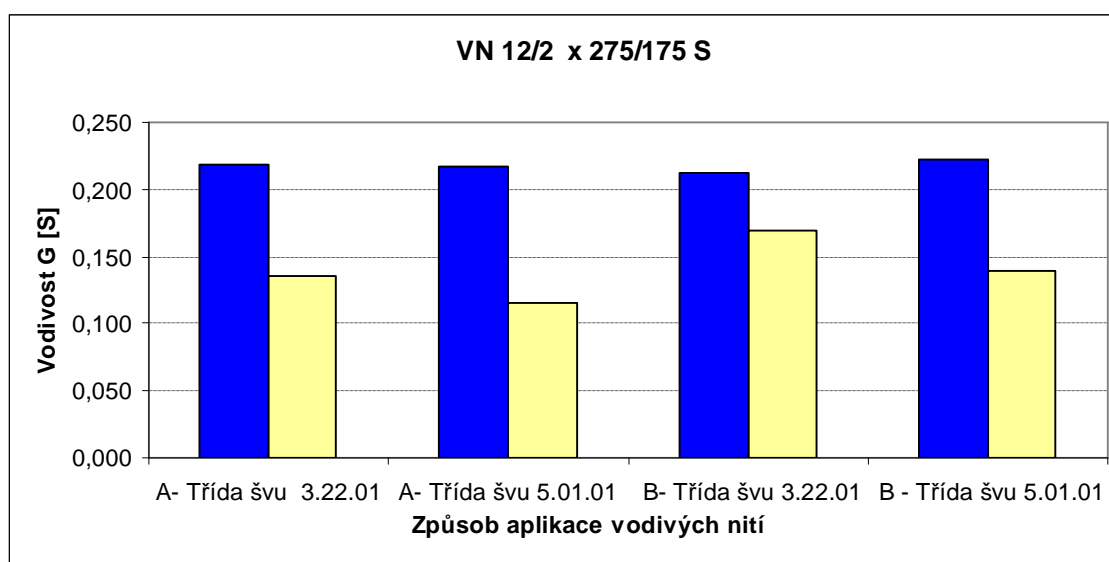
3.6.2.2. Vodivost nití VN 12/2 x 275/175 S (typ 2)

Ze získaných dat je zřejmé, že sterilizační proces za intenzivních podmínek je nevhodný. Nejlepší zachování vodivosti je při mírném způsobu sterilizace. Vzorky během šetrné sterilizace získaly mírný zákrut a nit se stala kompaktnější. Tyto nitě nejlépe zachovávaly svou vodivost při šetrném způsobu sterilizace za předpokladu, že byly chráněny tunýlkem.

Jednotlivé hodnoty viz Příloha 22.

Průměrné hodnoty VN 12/2 x 275/175 S (typ 2)	Materiál A Třída švu 3.22.01	Materiál A Třída švu 5.01.01	Materiál B Třída švu 3.22.01	Materiál B Třída švu 5.01.01
Počáteční hodnota [S]	0,219	0,217	0,212	0,222
Konečná hodnota G [S]	0,135	0,116	0,169	0,139
Úbytek vodivosti v %	38,4	46,5	20,3	37,4

Tabulka 16 Vodivost nití VN 12/2 x 275/175 S



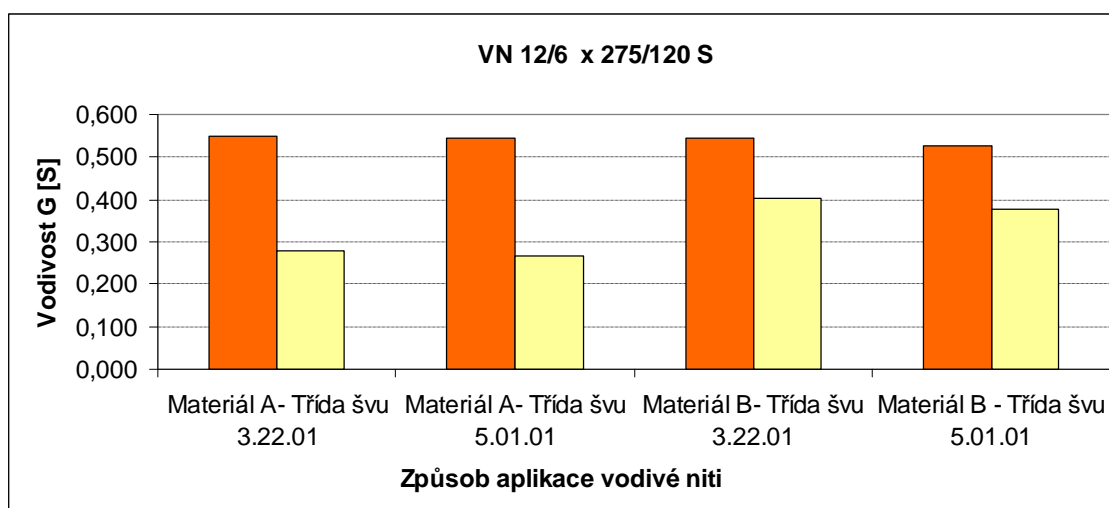
Graf 7 Vodivost nití VN 12/2 x 275/175 S

3.6.2.3. Vodivost nití VN 12/6 x 275/120 S (typ 3)

Dle výsledků měření je pro tento typ vodivých drah zcela nevhodný způsob intenzivní sterilizace. V experimentu neuspěla ani nit, která byla chráněná lemovacím proužkem. Nit v místech, kde není chráněná (krycí nití nebo tunýlkem), se začíná pomalu rozvolňovat a dochází k rozdělování vláken na jednotlivé struktury. Nit již není kompaktní. Na povrchu se začínají objevovat jemné úlomky vláken. Struktura je citelně narušena. U těchto nití je lepší čištění šetrnou sterilizací. Tento druh sterilizace na vláknech nenechával žádné viditelné stopy porušení. Jednotlivé hodnoty viz Příloha 23.

Průměrné hodnoty VN 12/6 x 275/120 S (typ 3)	Materiál A Třída švu 3.22.01	Materiál A Třída švu 5.01.01	Materiál B Třída švu 3.22.01	Materiál B Třída švu 5.01.01
Počáteční hodnota G [S]	0,550	0,546	0,547	0,527
Konečná hodnota G [S]	0,280	0,266	0,403	0,375
Úbytek vodivosti v %	49,1	51,3	26,30	28,8

Tabulka 17 Vodivost nití VN 12/6 x 275/120 S

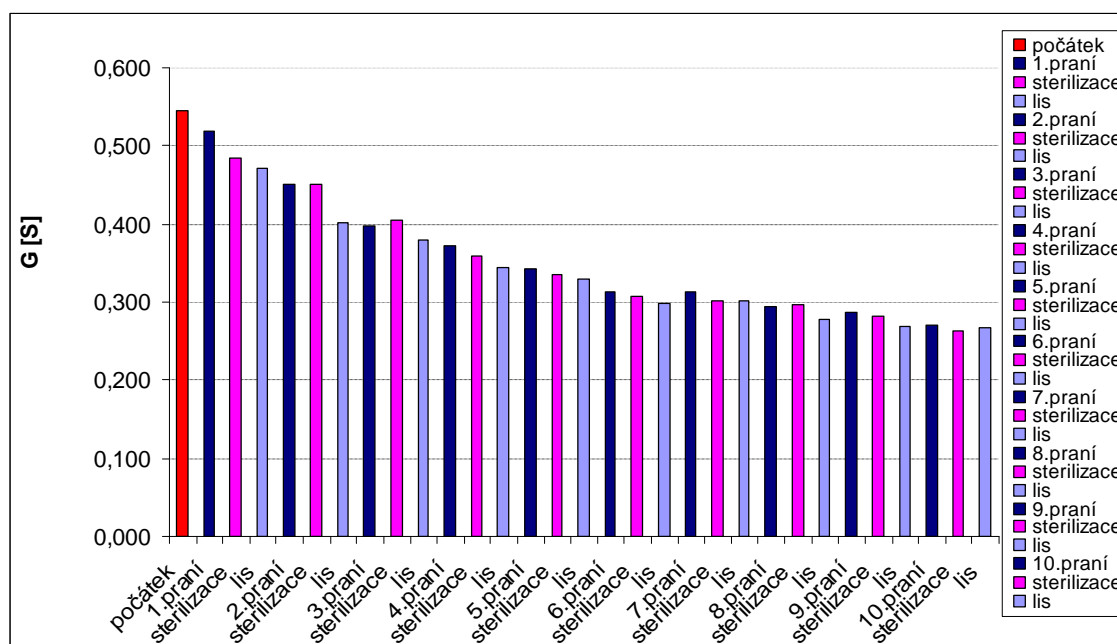


Graf 8 Vodivost nití VN 12/6 x 275/120 S

Doporučení

K nejnižšímu snižování dochází u nitě VN 12/1 x 275/100 Z (typ 1). Tento vodič má od počátku nejvyšší hodnoty odporu. Procentuální snížení u této nejjemnější nitě je jednoznačně nejmenší. Ale přesto nemůžeme doporučit používání těchto vodivých drah. Nitě typu 2 a 3 sice snížily svou vodivost řádově o více procent, ale přesto je vodivost vyšší než u nití typu 1.

3.6.3. Vzorek s nejvyšším poklesem vodivosti - rozbor



Graf 9 Materiálu A třída švu 5.01.01, nit typu 3

Nejhorší výsledek byl u vzorku podkladového materiálu A třída švu 5.01.01 (Příloha 13). Po dosažení desátého cyklu byl pokles o více než 51 %. Z přiloženého grafu lze vyčíst, že k největšímu poklesu došlo mezi 1. až 3. cyklem. Dále lze vysledovat, že vodivost má klesající tendenci ve všech fázích celé sterilizace. Materiál A, který byl vystaven silnějšímu způsobu sterilizace, neprokázal o moc lepší výsledky při použití švu 3.22.01. V tunýlku byla porušena vodivost o 49,1 %. Je tedy zřejmé, že ani uschování nitě do lemu, nezabrání při tak silné sterilizaci velkému poklesu vodivosti. Intenzivní sterilizace v tomto případě není vhodná.

4. ZÁVĚR

Spojení elektroniky a textilu je velmi zajímavým a obširným tématem. Stále se objevují nové technologie a nové možnosti, kam se dají hranice odívání posunout. Využití smart textilií je široké.

Tato práce je zaměřena na vodivá vlákna, která jsou integrována do oděvů a slouží k propojení s elektronikou či senzory. K tomuto účelu slouží např. ocelová vlákna, která byla použita pro tento výzkum. V tomto experimentu jsou navrženy varianty, jak by bylo možno zakomponovat vodivé nitě do trička a pomocí senzoru monitorovat zdravotní stav. Více je, že by byl v podpaží zabudován senzor teploty, který by měřil teplotu např. dětského pacienta. V náramenkové části by byly vodivé dráhy propojeny přes konektor k počítači. Ideální by bylo najít variantu, aby malé dítě nemuselo být propojeno s počítačem, ale přenos dat by byl zajištěn bezdrátově. Na obrazovce by bylo možné sledovat vývoj teploty. Celá výzkumná část je věnována následné údržbě a sledování vodivosti během procesu sterilizace.

Pro tyto účely byly vytvořeny vzorníky. Vodivé dráhy byly do vzorníků aplikovány pomocí šicí technologie. První typy vzorníků byly vytvořeny pomocí plochého šicího stroje s rovným vázaným stehem (třída stehu 301) a přídavným zařízením pro lemování. Vodivá nit byla ukryta v lemovacím proužku po obvodu průramku. Druhým způsobem tvorby bylo využití speciálně navržené patky pro interlockový stroj s třídou stehu 602. Vodivá nit byla ze spodu krytá interlockovým šitím. Jako vodivé komponenty byly použity 3 druhy nití od společnosti Bekaert (VN 12/1 x 275/100 Z, VN 12/2 x 275/175 S, VN 12/6 x 275/120 S). Pro provádění pokusů byly též vybrány dva podkladové materiály, které se využívají ke výrobě dětských tílek (100 % CO a směs 92 % Co + elastanová vlákna).

Vlivy sterilizačního procesu byly sledovány po celý průběh sterilizace v dětské nemocnici. Zkoušky probíhaly v reálném prostředí nemocniční prádelny v Praze v Krči. Sterilizace neprobíhala podle stanovených norem, ale byla řízena dle interních pokynů této prádelny v zařízeních, která podléhají 2x ročně přísným kontrolám.

Dle podkladového materiálu bylo přistupováno ke sterilizaci. Bavlněný a tedy odolnější vzorek byl vystaven intenzivnějšímu způsobu sterilizace (parní sterilizace za teploty 134 °C po dobu 10 minut), směsový podkladový materiál byl ošetřen šetrněji (parní sterilizace 121°C po dobu 20 minut). Hlavním úkolem bylo sledování změn ve vodivosti jednotlivých vodivých nití.

Před prvním sterilizačním procesem byla změřena vodivost jednotlivých vzorků. Nejlepší vodivost vykazovaly nitě VN 12/6 x 275/120 S. Jejich vodivost byla od počátku o 80 % vyšší než vodivost niti VN 12/1 x 275/100 Z.

V průběhu sterilizačních procesů se však vodivost nitě VN 12/6 x 275/120 S snižovala nejvíce. Dobré výsledky naopak vykazovala nit s nejmenšími počátečními hodnotami elektrické vodivosti. Dle průběhů jednotlivých cyklů sterilizace bylo vysledováno, že největší ztráta vodivosti je v 1. cyklu, a pak v následujícím 3. a 4. cyklu. Mezi 5. až 10. cyklem ke ztrátě vodivosti docházelo pomaleji. Dle poklesů, jde doporučit šetrnější způsob sterilizace, která je k vodivým vláknům mnohem citlivější a pokles schopnosti vést elektrický proud je méně znatelný.

Během výzkumu bylo vysledováno, že vodivé nitě, které jsou na konci vzorníků bez ochrany, jsou mnohem náchylnější k mechanickému poškození než vlákna, která jsou schována v lemu či pod niti interlockového šití.

Vodivá vlákna si zaslouží naší pozornost a určitě by bylo dobré pokračovat v dalších výzkumech. Velmi zajímavé by bylo například zjištění, jak moc ovlivňuje vodivost tzv. frakcionová sterilizace (přerušovaná), která se provádí horkou parou na 99 - 100 °C po dobu 30 minut. Tento proces je velmi časově náročný. Jeden cyklus se skládá ze tří až čtyř sterilizací po 18-24 hodinách. Další velká studie by mohla být věnována napojení vodivých drah k senzorům a následné studie o údržbě kompletní snímací techniky. Inteligentní oděvy mají svou budoucnost. Problematikou čištění a údržby je nutno se zabývat. Podkladové materiály mají velkou životnost a tak je nereálné, aby pro ztrátu svých funkčních schopností byly vyhazovány. Ideální by bylo najít způsob údržby, který by vodivost zachovával a nebo ji snižoval co nejméně.

5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. <http://www.mateo.ntc.zcu.cz/doc/Stav.doc>
2. http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/inteligentni_textilie.pdf
3. <https://skripta.ft.tul.cz/akreditace/data/2008-07-18/11-04-3p9.pdf>
4. Technické textilie vybrané kapitoly, Prof. Ing. Jiří Militký, CSc., Liberec 2007
5. <http://www.tactex.com/sleepsensing>
6. http://www.ifmachines.com/products_essSquare3.html
7. <http://www.media.mit.edu/physics/publications/theses/99.02.post.pdf>
8. <http://www.automatizace.cz/article.php?a=678>
9. Studie možností aplikace senzoru v oděvech -Snímání teploty, vlhkosti, tělesných funkcí osoby, Hetzerova, M (Diplomová práce), Technická univerzita v Liberci 2006
10. Studie možností aplikace senzorů v oděvech - Snímání teploty, vlhkosti, tělesných funkcí osoby, Smolonová, M (Diplomová práce), Technická univerzita v Liberci 2008
11. <http://www.numetrex.com/webapp/index.php/store/Shopping/product/BRA>
12. <http://www.electrotextiles.com/?page=products/bags/features.php>
13. http://finweb.ihned.cz/1-10075640-16833730-006000_d-4b
14. <https://skripta.ft.tul.cz/akreditace/data/2008-07-18/11-14-33.pdf>
15. <https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2003-01-20/08-32-37.pdf>
16. <http://pocitace.sme.sk/c/3963959/Senzor-odhali-ci-ste-v-strese.html>
17. <http://www.gizmowatch.com/entry/vital-jacket-wearable-system-to-monitor-heart-rate-and-ecg/>
18. <http://www.ceskatelevize.cz/program/port/chemie/331-odevy-se-senzory/>
19. Sterilizace a dezinfekce v prevenci nozokomiálních nákaz, Věra Melicherčíková, Galén 2007
20. www.vscht.cz/ktk/www_324/doktor/sedlackova/manual.pdf
21. http://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xbcr/zc/URO2005_04_08.pdf
22. http://fvl.vfu.cz/sekce_ustavy/mikrobiologie/mikrobiologie/praktikum01/index.html
23. http://www.minatec.com/minatec2003/act_pdf/1_MONDAY_DEGUILLEMONT.pdf
24. <http://www.gamisport.cz/s/membrany-gore-tex/>
25. <http://www.elektex.com/>

26. http://d.nipax.cz/CQR/publications/TEXSCI/Abstracts/Testing_of_the_textile_materials/5komarkova.pdf
27. http://www.future-shape.com/publications_lauterbach/SmartFloor2005.pdf
28. <http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=852>

6. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Fázový přechod - parafín v textiliích [1]	11
Obrázek 2 Textilie s tvarovou pamětí [2]	12
Obrázek 3 Elektroluminiscenční závěsy [1]	13
Obrázek 4 Příklady vodivých přízí a kapalných barviv v textiliích [1]	14
Obrázek 5 Propojení mikroelektronických obvodů pomocí vodivých vláken [23]	14
Obrázek 6 Goratex membrány [24]	15
Obrázek 7 Příklady využití solárních panelů na textilních podkladech [1]	16
Obrázek 8 Schéma optického zobrazení vlákna s Braggovými rýhami [4]	16
Obrázek 9 Tkaná klávesnice hudebního nástroje SOFTSWITCH [2]	17
Obrázek 10 Tkaná klávesnice společnosti ElekTex [25]	17
Obrázek 11 Vyšívání klávesnice z kevlaru [2]	18
Obrázek 12 Diagnostika spánku [5]	18
Obrázek 13 Stmívač [6]	19
Obrázek 14 Dětský stmívač [6]	19
Obrázek 15 Rukáv bundy pro kurýra [8]	21
Obrázek 16 Plavky s indikátorem slunečního záření [1]	22
Obrázek 17 Sportovní triko a podprsenka s vyjímatelným senzorem [11]	22
Obrázek 18 Popruh pro ovládání iPodu [12]	23
Obrázek 19 Inteligentní košile [1]	24
Obrázek 20 Senzor reagující na stres [16]	25
Obrázek 21 Vital Jacket [17]	26
Obrázek 22 Kanálek k získávání čerstvého potu [18]	27
Obrázek 23 ITV vesta pro miminka [28]	28
Obrázek 24 Vetkané vodivé dráhy [8]	29
Obrázek 25 Kovový organtýn [1]	29
Obrázek 26 Našíť vodivých dráhy na plošnou textilií [26]	30
Obrázek 27 Schéma sterilizace v autoklávu [22]	35
Obrázek 28 vodivá nit v lemovacím proužku průramku	38
Obrázek 29 Průřez švem třídy 3.22.01	38

Obrázek 30 Třída stehu 301 [15]	39
Obrázek 31 Různé možnosti našití pomocí třídy stehu 602	39
Obrázek 32 Vedení vodivé nitě po obvodu průramku	39
Obrázek 33 Třída stehu 602, použití speciální patky pro vedení vodivé nitě [15]	39
Obrázek 34 Vzorky - třída švu 3.22.01 (typ K)	40
Obrázek 35 Vzorky - třída švu 5.01.01 (typ N)	41
Obrázek 36 Vlnkový charakter - třída švu 5.01.01	42
Obrázek 37 Parní sterilizace	44
Obrázek 38 Lis Textima K 350 R	45

7. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Elektronika versus textil [10]	20
Tabulka 2 Oděv jako informační systém [10]	21
Tabulka 3 Typy senzorů [14]	25
Tabulka 4 Typy sterilizace [19]	33
Tabulka 5 Tabulka závislosti teploty varu vody na tlaku [20]	34
Tabulka 6 Tvorba vodivé dráhy – třída švu 3.22.01	40
Tabulka 7 Tvorba vodivé dráhy - třída švu 5.01.01	41
Tabulka 8 Průměrná počáteční vodivost jednotlivých nití	43
Tabulka 9 Sterilizace intenzivní způsob	44
Tabulka 10 Sterilizace šetrný způsob	46
Tabulka 11 Intenzivní sterilizace - třída švu 5.01.01	47
Tabulka 12 Šetrná sterilizace - třída švu 5.01.01	48
Tabulka 13 Intenzivní sterilizace - třída švu 3.22.01	49
Tabulka 14 Šetrná sterilizace - třída švu 3.22.01	50
Tabulka 15 Vodivost nití VN 12/1 x 275/100 Z	51
Tabulka 16 Vodivost nití VN 12/2 x 275/175 S	52
Tabulka 17 Vodivost nití VN 12/6 x 275/120 S	53

8. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Průměrná vodivosti jednotlivých nití	43
Graf 2 Intenzivní sterilizace - třída švu 5.01.01	47
Graf 3 Šetrná sterilizace - třída švu 5.01.01	48
Graf 4 Intenzivní sterilizace - třída švu 3.22.01	49
Graf 5 Šetrný sterilizace - třída švu 3.22.01	50
Graf 6 Vodivosti nití VN 12/1 x 275/100 Z.....	51
Graf 7 Vodivost nití VN 12/2 x 275/175 S	52
Graf 8 Vodivost nití VN 12/6 x 275/120 S	53
Graf 9 Materiálu A třída švu 5.01.01, nit typu 3.....	54

9. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Vodivé nitě.....	64
Příloha 2 Podkladové textilie.....	64
Příloha 3 Vysokorychlostní interlockový plochý šicí stroj	65
Příloha 4 Plochý šicí stroj s vázaným stehem.....	66
Příloha 5 Velkokapacitní pračka	67
Příloha 6 Prací prášek Alfa Professional	67
Příloha 7 Autokláv	68
Příloha 8 Lis.....	69
Příloha 9 Žehlička	69
Příloha 10 Digitální miliohmmetr	70
Příloha 11 Identifikace jednotlivých vzorků	71
Příloha 12 Přehled vzorníků	71
Příloha 13 Procentuální změna u vzorku N3x90	72
Příloha 14 Přehled počátečních vodivostí jednotlivých vzorníků	73
Příloha 15 Naměřené hodnoty odporu - intenzivní sterilizace	74
Příloha 16 Naměřené hodnoty odporu - šetrná sterilizace	76
Příloha 17 Přehled vývoje vodivosti vzorků K1a40-K3c40.....	78
Příloha 18 Přehled vývoje vodivosti vzorků N1a40-N3c40	80
Příloha 19 Přehled vývoje vodivosti vzorků K1a90-K3a90	82
Příloha 20 Přehled vývoje vodivosti vzorků N1a90-N3c90	84
Příloha 21 Vodivost VN 12/1 x 275/100 Z	86
Příloha 22 Vodivost VN 12/2 x 275/175 S	88
Příloha 23 Vodivost VN 12/6 x 275/120 S	90

Příloha 1 Vodivé nitě

1. BEKINOX VN 12/1 x 275/100 Z 100 % ocelové vlákna



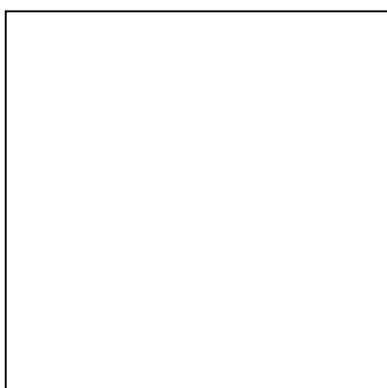
2. BEKINOX VN 12/2 x 275/175 S - 100 % ocelová vlákna



3. BEKINOX VN 12/6 x 275/120 S - 100 % ocelová vlákna



Příloha 2 Podkladové textilie

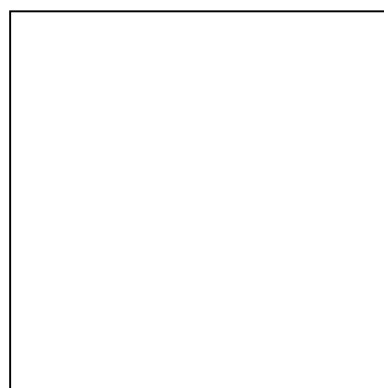


Materiál A

Složení: 100 % CO

Vazba: oboulícní zátažná pletenina

Symboly údržby:

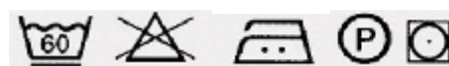


Materiál B

Složení: 92 % CO, PA Elastan

Vazba: jednolící zátažná pletenina

Symboly údržby:

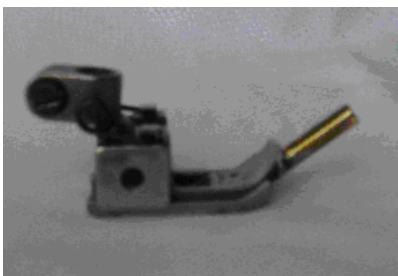


Příloha 3 Vysokorychlostní interlockový plochý šicí stroj



Parametry

- výrobce: Siruba
- typ: F007J-W122-356/FHA
- 3-jehlový šicí stroj se spodním a vrchním krytím
- rozpích mezi krajními jehlami 5,6 mm
- vyjmutím střední jehly možnost šít 2-jehlově
- nenavlečením horní nitě lze šít jen se spodním krytím
- vyjmutím krajních jehel lze šít dvojitým řetízkovým stehem (1-jehlově)
- spojkový motor se sníženou hlučností 3 x 380V nebo 1 x 220V dle přání
- diferenciální podávání
- použitá speciální patka navržená studentkou Technické univerzity



- použití: zvláště oblíbený na šití pletenin jako jsou trička, mikiny apod.

Příloha 4 Plochý šicí stroj s vázaným stehem



Parametry

- výrobce: Siruba
- typ: L818F-M1
- vysokorychlostní 1-jehlový šicí stroj na šití lehkých a středně těžkých materiálů se spodním podáváním
- centrální mazání pro dlouhou životnost
- komplet s výškově stavitelným nástavcem
- spojkový motor 1 x 240V nebo 3 x 380V dle přání
- jehla DBx1 #11-14/75-90
- délka stehu max. 5 mm
- zdvih patky 5,5 mm ruční/13mm kolenní pákou
- otáčky max. 4500 - 5000 ot./minutu

Příloha 5 Velkokapacitní pračka



Parametry

- zařízení: plně automatizovaná velkokapacitní pračka plněná předem
- výrobce: Grandimpianti
- typ: WF22G4
- kapacita: 22 kg suchého prádla
- programovatelná pomocí displeje

Příloha 6 Prací prášek Alfa Professional



Parametry

- charakteristika: univerzální prací prášek, doporučená teplota 30 - 95°C, vysoký účinek, možno použít pro měkkou i tvrdou vodu
- aplikace: automatické pračky prádla
- použití: hotelové a potravinářské provozy, nemocnice
- ředění/dávkování: podle druhu a znečištění prádla
- balení: 15 kg balení

Příloha 7 Autokláv



Parametry

- zařízení: kompaktní parní sterilizátor
- výrobce: Market Forge
- typ: Sterilmatic STME-X
- rozměr v mm: 480 x 790 x 780
- sterilizační komora
 - hloubka: 660 mm
 - průměr: 410 mm
- napájení: 240/380V, 50Hz
- hmotnost: 63 kg
- příkon: 12 kW
- materiál: nerezová ocel
- sterilizační teplota 121°C a 134 °C
- doba sterilizačního cyklu je 15 - 45 minut (sterilizační teploty dosaženo po 8 - 10 minutách)
- bezpečnostní pojistka dveří proti otevření pokud přetlak páry neklesne na nulovou úroveň

Příloha 8 Lis



Parametry

- zařízení: lis
- výrobce: Textima
- typ: K 350 R
- motor odsávání: 0,4 kW
- spotřeba páry: 25 kg/h
- spotřeba stlačeného vzduchu: 80 l/minutu
- tlak vzduchu: 5,5 MPa
- tlak páry: 4,3 MPa
- napětí: 3 + PE + N 400/230 V, 50 Hz
- rozměry v mm: 1380 x 1150 x 1490
- hmotnost: 436 kg

Příloha 9 Žehlička



Parametry

- výrobce: Rowenta
- typ: PowerLine

- příkon: 1800 W
- parní výstup: 25 g/minutu
- vodní nádrž: 210 ml
- hmotnost: 1,3 kg

Příloha 10 Digitální miliohmometr



Parametry

- výrobce Lutron
- typ: MO 2001
- způsob měření: čtyřvodičová metoda eliminující vliv přívodních vodičů
- rozměry v mm: 160 x 120 x 85
- hmotnost: 680 g
- napájení: 230V/50Hz

Technické parametry miliohmmetru MO 2001			
Rozsah	Rozlišení	Přesnost	Proud
200 mΩ	0,1mΩ	±(0,75 % +4)	100mA
2000 mΩ	1 mΩ	±(0,75 % +2)	10mA
20 mΩ	10 mΩ		1mA
200 Ω	0,1 Ω		
2000 Ω	1 Ω		

Příloha 11 Identifikace jednotlivých vzorků

Třída švu	Značení vzorků
5.01.01	N
3.22.01	K

Použitá vodivá nit	Značení vzorků
VN 12/1 x 275/100 Z	Typ 1
VN 12/2 x 275/175 S	Typ 2
VN 12/6 x 275/120 S	Typ 3

Číslo vzorku	Značení vzorku
vzorek 1	a
vzorek 2	b
vzorek 3	c

Použitý podkladový materiál	Značení vzorku
100 % CO	90 (intenzivní způsob sterilizace)
92 % CO + 8 % Elastan	40 (šetrný způsob sterilizace)

Příloha 12 Přehled vzorníků

Typ 1	K1a40	K1b40	K1c40	N1a40	N1b40	N1c40	K1a90	K1b90	K1c90	N1a90	N1b90	N1c90
Typ 2	K2a40	K2b40	K2c40	N2a40	N2b40	N2c40	K2a90	K2b90	K2c90	N2a90	N2b90	N2c90
Typ 3	K3a40	K3b40	K3c40	N3a40	N3b40	N3c40	K3a90	K3b90	K3c90	N3a90	N3b90	N3c90

Příloha 13 Procentuální změna u vzorku N3x90

	Materiál A Šev 5.01.01 [S]	%	Změna %
Počátek	0,546		
1. cyklus	0,519	4,95	-4,95
Sterilizace	0,484	11,35	-6,40
Lis	0,471	11,36	-0,01
2. cyklus	0,451	17,39	-6,03
Sterilizace	0,451	17,39	0,00
Lis	0,402	26,37	-8,98
3. cyklus	0,398	26,95	-0,58
Sterilizace	0,406	25,64	1,31
Lis	0,380	30,40	-4,76
4. cyklus	0,373	31,68	-1,28
Sterilizace	0,359	34,24	-2,56
Lis	0,344	36,40	-2,16
5. cyklus	0,343	37,17	-0,77
Sterilizace	0,335	38,64	-1,47
Lis	0,329	39,74	-1,10
6. cyklus	0,313	42,67	-2,93
Sterilizace	0,308	43,58	-0,91
Lis	0,298	45,42	-1,84
7. cyklus	0,312	42,85	2,57
Sterilizace	0,302	44,68	-1,83
Lis	0,303	44,50	0,18
8. cyklus	0,294	46,15	-1,65
Sterilizace	0,297	45,60	0,55
Lis	0,277	49,27	-3,67
9. cyklus	0,287	47,43	1,84
Sterilizace	0,282	48,35	-0,92
Lis	0,269	50,73	-2,38
10. cyklus	0,270	50,54	0,19
Sterilizace	0,264	51,65	-1,11
Lis	0,266	51,28	0,37

Příloha 14 Přehled počátečních vodivostí jednotlivých vzorníků

Přehled počátečních elektrických vodivostí a odporů jednotlivých vzorníků														Průměr
VN 12/1 x 275/100 Z														
Číslo vzorku		K1a40	K1b40	K1c40	N1a40	N1b40	N1c40	K1a90	K1b90	K1c90	N1a90	N1b90	N1c90	
Hodnota elektrického odporu	R [Ω]	9,21	9,54	9,24	10,15	10,26	9,32	9,59	9,42	10,35	9,93	10,49	10,09	9,80
Hodnota vodivosti	G [S]	0,109	0,105	0,108	0,099	0,097	0,107	0,104	0,106	0,097	0,101	0,095	0,099	0,102
VN 12/2 x 275/175 S														
Číslo vzorku		K2a40	K2b40	K2c40	N2a40	N2b40	N2c40	K2a90	K2b90	K2c90	N2a90	N2b90	N2c90	
Hodnota elektrického odporu	R [Ω]	4,70	4,64	4,81	4,51	4,43	4,59	4,34	4,63	4,78	4,34	4,73	4,78	4,60
Hodnota vodivosti	G [S]	0,213	0,216	0,208	0,222	0,226	0,218	0,230	0,216	0,209	0,230	0,211	0,209	0,217
VN 12/6 x 275/120 S														
Číslo vzorku		K3a40	K3b40	K3c40	N3a40	N3b40	N3c40	K3a90	K3b90	K3c90	N3a90	N3b90	N3c90	
Hodnota elektrického odporu	R [Ω]	1,82	1,86	1,81	1,97	1,78	1,96	1,87	1,85	1,74	1,76	1,95	1,80	1,85
Hodnota vodivosti	G [S]	0,549	0,538	0,552	0,508	0,562	0,510	0,535	0,541	0,575	0,568	0,513	0,556	0,542

Příloha 15 Naměřené hodnoty odporu - intenzivní sterilizace

Označení vzorku	K1a90	K1b90	K1c90	K2a90	K2b90	K2c90	K3a90	K3b90	K3c90	N1a90	N1b90	N1c90	N2a90	N2b90	N2c90	N3a90	N3b90	N3c90
	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]
Počátek	9,59	9,42	10,35	4,34	4,63	4,78	1,87	1,85	1,74	9,93	10,49	10,09	4,34	4,73	4,78	1,76	1,95	1,80
1. cyklus	10,22	9,90	9,85	4,79	4,85	4,28	2,06	1,83	1,89	9,95	10,44	9,79	4,79	4,35	4,78	1,83	2,00	1,96
	9,44	9,54	10,30	5,02	4,79	4,57	2,02	2,05	2,06	10,48	10,73	9,83	4,83	5,25	5,22	2,18	1,98	2,05
	9,71	10,14	9,64	5,41	5,34	5,40	2,14	2,02	2,16	11,46	10,35	10,77	5,33	5,16	5,33	2,11	2,03	2,24
2. cyklus	10,08	9,80	10,06	5,09	5,09	4,98	2,24	2,08	2,28	11,78	11,58	10,05	5,65	5,46	5,55	2,16	2,40	2,11
	9,94	10,87	9,77	5,55	5,26	5,51	2,25	2,19	2,43	11,13	10,57	11,25	5,61	5,70	5,39	2,27	2,20	2,18
	10,37	10,79	11,35	5,15	5,79	5,02	2,35	2,54	2,27	11,43	10,75	11,80	6,07	6,14	5,71	2,62	2,48	2,38
3. cyklus	10,44	10,77	10,23	5,21	5,41	5,87	2,60	2,58	2,52	11,30	12,52	11,90	5,68	6,32	6,32	2,47	2,70	2,39
	11,54	10,26	11,61	5,40	5,54	5,43	2,52	2,64	2,66	11,10	12,31	12,15	5,73	5,94	5,70	2,44	2,42	2,54
	11,09	11,05	11,85	6,32	5,99	5,49	2,60	2,50	2,78	12,95	11,93	12,45	5,81	6,05	6,66	2,78	2,56	2,57
4. cyklus	10,79	11,98	12,02	6,13	5,55	6,18	2,60	2,77	2,74	12,18	11,61	12,19	6,04	6,04	6,58	2,75	2,57	2,74
	12,31	11,04	11,83	6,52	6,05	6,08	2,84	2,54	2,64	13,36	12,15	11,78	6,45	6,64	6,87	2,86	2,78	2,71
	12,13	11,06	11,18	5,86	5,92	6,67	2,74	2,90	2,68	12,26	13,58	13,68	7,05	6,87	6,30	2,79	2,85	3,10
5. cyklus	10,82	12,29	11,35	6,00	6,05	6,07	3,05	2,92	2,75	12,99	12,89	12,79	7,16	6,59	6,85	3,14	2,91	2,73
	12,31	11,24	11,86	6,36	6,93	6,85	2,74	2,89	2,84	13,40	12,62	13,05	6,94	6,50	6,93	3,01	2,99	2,95
	12,00	12,07	11,18	6,48	6,49	6,77	2,97	2,77	2,91	13,13	13,38	12,36	7,52	7,33	7,13	2,99	2,91	3,23
6. cyklus	12,10	12,92	12,02	7,09	6,59	6,95	2,99	2,86	2,98	14,56	13,62	13,42	6,90	7,47	7,57	3,23	3,24	3,11
	12,82	12,14	12,39	6,23	6,98	6,40	2,84	2,84	3,17	12,87	13,75	12,75	7,32	6,78	6,89	3,34	3,31	3,11
	13,05	12,39	11,50	7,12	7,14	6,65	3,29	2,86	3,22	13,64	13,32	14,68	7,36	7,56	7,64	3,47	3,31	3,29
7. cyklus	11,27	12,24	11,61	6,40	7,23	6,53	3,30	3,13	2,92	14,89	14,95	14,05	7,54	6,95	7,97	3,10	3,24	3,28
	13,21	12,45	11,71	6,97	6,84	6,54	2,95	3,25	3,01	13,90	14,18	15,100	8,06	7,52	7,42	3,21	3,26	3,48

Označení vzorku	K1a90	K1b90	K1c90	K2a90	K2b90	K2c90	K3a90	K3b90	K3c90	N1a90	N1b90	N1c90	N2a90	N2b90	N2c90	N3a90	N3b90	N3c90
	12,83	11,85	13,07	7,24	7,11	7,40	3,11	3,01	2,99	15,04	14,77	15,16	7,98	7,76	7,50	3,37	3,20	3,35
8. cyklus	13,38	12,16	12,86	6,80	7,08	7,41	3,44	3,46	3,19	13,63	14,48	13,29	7,88	8,22	7,96	3,30	3,60	3,32
	13,03	13,35	11,74	7,56	6,66	7,17	3,23	3,49	3,41	14,67	15,28	13,66	8,52	7,54	8,04	3,51	3,23	3,38
	11,76	11,86	13,22	6,98	6,99	7,19	3,27	3,39	3,34	15,26	14,38	14,86	8,30	8,20	8,68	3,29	3,80	3,78
9. cyklus	13,42	13,59	13,64	6,79	6,89	7,22	3,46	3,40	3,41	15,38	14,33	14,75	8,39	8,40	8,70	3,46	3,62	3,39
	12,63	12,53	13,26	7,46	7,41	6,87	3,28	3,64	3,63	14,03	15,24	15,39	7,89	8,32	7,64	3,59	3,38	3,68
	13,27	13,46	11,96	7,48	6,87	7,98	3,56	3,69	3,52	15,90	14,77	14,11	7,67	7,82	7,65	3,58	3,76	3,84
10. cyklus	13,09	13,51	13,66	7,83	7,31	7,48	3,70	3,36	3,32	15,41	13,94	15,90	8,43	8,40	8,96	3,39	3,93	3,83
	12,23	11,87	12,28	7,65	6,92	7,60	3,42	3,64	3,46	14,74	15,28	15,72	8,53	8,24	8,95	3,92	3,76	3,70
	12,88	12,06	13,10	7,96	7,24	7,03	3,44	3,66	3,63	15,90	15,79	14,97	9,04	8,98	8,03	3,80	3,53	3,96

Příloha 16 Naměřené hodnoty odporu - šetrná sterilizace

Označení vzorku	K1a40	K1b40	K1c40	K2a40	K2b40	K2c40	K3a40	K3b40	K3c40	N1a40	N1b40	N1c40	N2a40	N2b40	N2c40	N3a40	N3b40	N3c40
	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[Ω]
Počátek	9,21	9,54	9,24	4,70	4,64	4,81	1,82	1,86	1,81	10,15	10,26	9,32	4,51	4,43	4,59	1,97	1,78	1,96
1. cyklus	10,04	10,41	10,61	4,35	4,24	4,43	1,88	1,74	1,87	10,25	9,83	10,27	4,37	4,29	4,43	1,95	1,87	1,96
	10,32	10,37	9,97	4,48	4,27	4,63	2,02	1,99	1,86	10,27	9,67	9,69	4,56	5,06	5,03	2,05	2,00	2,00
	10,93	10,84	10,38	4,63	4,63	4,58	2,07	1,97	1,98	9,62	9,69	10,11	4,92	4,58	4,69	2,01	2,11	2,05
2. cyklus	11,09	10,79	10,25	4,77	5,02	4,98	2,04	2,08	1,87	10,75	10,30	10,16	5,10	5,45	4,74	1,83	1,91	1,95
	11,24	10,14	11,22	4,81	4,90	4,98	2,06	2,14	2,08	10,84	10,70	9,96	4,82	4,95	5,14	1,99	1,92	1,87
	11,32	10,24	11,81	4,55	4,62	4,55	1,89	1,88	2,09	10,07	10,03	10,27	5,10	5,71	5,10	2,20	1,89	2,19
3. cyklus	11,06	10,72	10,62	4,78	5,16	4,92	2,14	1,99	2,01	10,63	11,34	10,21	5,51	5,55	5,05	2,04	2,19	2,22
	12,27	12,02	12,15	5,25	4,67	4,85	1,97	2,14	1,94	11,26	11,11	10,94	5,22	5,28	5,16	2,15	2,10	2,14
	12,06	11,42	12,39	5,00	5,29	4,94	2,01	2,05	2,06	10,59	11,22	11,08	5,82	5,83	5,98	1,98	2,17	2,06
4. cyklus	12,17	11,86	11,08	5,08	5,17	4,74	2,27	1,98	2,23	10,39	11,07	11,38	5,91	6,17	6,13	2,15	2,27	2,21
	12,28	12,72	11,42	5,23	4,89	5,10	2,28	2,15	2,22	10,52	11,65	11,54	6,35	6,27	6,20	2,10	2,16	2,29
	12,68	11,91	11,50	5,19	5,01	5,17	2,16	2,08	2,13	10,30	10,48	11,41	5,67	5,60	5,98	2,10	2,22	2,26
5. cyklus	12,12	12,00	12,27	5,14	5,27	4,99	2,28	2,27	2,22	11,52	10,87	11,77	6,37	6,27	5,97	2,28	2,10	2,07
	12,56	12,45	11,60	5,42	4,88	5,38	2,05	2,14	2,28	10,47	11,94	10,89	5,97	6,66	6,54	2,26	2,09	2,21
	11,75	12,83	13,37	5,11	5,63	5,56	2,07	2,11	2,40	11,30	11,69	11,45	6,72	6,29	6,25	2,45	2,32	2,35
6. cyklus	12,70	12,16	11,83	5,37	5,04	5,25	2,16	2,17	2,08	11,28	12,14	10,71	6,30	5,93	5,96	2,16	2,28	2,17
	11,93	12,24	12,74	5,35	5,12	5,18	2,07	2,42	2,16	12,22	12,31	12,35	6,71	6,57	6,73	2,46	2,29	2,35
	12,92	13,68	13,56	5,23	5,46	5,56	2,43	2,09	2,17	11,26	11,97	12,11	6,93	6,46	7,01	2,18	2,23	2,41
7. cyklus	13,63	12,42	12,38	4,99	5,74	5,66	2,34	2,27	2,46	11,78	11,24	10,86	6,51	6,51	6,17	2,44	2,22	2,31
	13,42	13,08	13,61	5,15	5,73	5,13	2,34	2,14	2,40	11,27	12,14	12,00	6,26	6,16	6,63	2,29	2,22	2,53
	13,74	14,18	12,49	5,84	5,66	5,15	2,49	2,32	2,25	11,47	11,64	12,40	6,87	6,85	6,96	2,43	2,25	2,30

Označení vzorku	K1a40	K1b40	K1c40	K2a40	K2b40	K2c40	K3a40	K3b40	K3c40	N1a40	N1b40	N1c40	N2a40	N2b40	N2c40	N3a40	N3b40	N3c40
8. cyklus	12,73	13,37	13,57	5,85	5,18	5,12	2,47	2,33	2,48	11,33	11,00	11,81	6,65	7,26	6,72	2,60	2,33	2,37
	13,28	12,35	13,75	5,38	5,41	5,16	2,35	2,32	2,39	12,49	12,47	12,72	6,92	6,91	6,50	2,31	2,39	2,26
	12,95	13,86	14,16	5,46	5,20	5,50	2,25	2,45	2,34	11,54	11,90	11,48	7,02	6,55	7,21	2,48	2,41	2,52
9. cyklus	14,28	12,97	13,54	5,43	5,21	5,50	2,27	2,53	2,19	12,40	12,82	12,44	6,93	6,86	7,22	2,38	2,48	2,52
	13,11	14,34	14,04	5,37	5,70	5,74	2,40	2,39	2,55	11,86	11,64	11,76	6,72	7,35	7,59	2,59	2,60	2,56
	14,46	12,83	14,16	5,31	5,40	5,19	2,56	2,41	2,47	11,72	12,29	12,71	7,58	7,62	7,44	2,47	2,64	2,59
10. cyklus	13,69	13,86	14,44	5,37	5,96	5,28	2,54	2,48	2,20	11,84	12,93	12,93	6,73	7,12	6,85	2,61	2,33	2,57
	13,17	14,76	13,19	5,27	5,63	5,51	2,50	2,29	2,43	12,11	11,94	11,90	7,03	7,24	7,75	2,44	2,34	2,42
	13,42	13,89	14,01	5,88	5,97	5,89	2,35	2,57	2,53	12,17	12,29	11,93	7,43	6,84	7,37	2,63	2,67	2,70

Příloha 17 Přehled vývoje vodivosti vzorků K1a40-K3c40

Třída švu 3.22.01, šetrný způsob sterilizace

Označení vzorku	K1a40		K1b40		K1c40		K2a40		K2b40		K2c40		K3a40		K3b40		K3c40	
	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]
Počátek	9,21	0,1086	9,54	0,1048	9,24	0,1082	4,70	0,2128	4,64	0,2155	4,81	0,2079	1,82	0,5495	1,86	0,5376	1,81	0,5525
Po 1. praní	10,04	0,0996	10,41	0,0961	10,61	0,0943	4,35	0,2299	4,24	0,2358	4,43	0,2257	1,88	0,5319	1,74	0,5747	1,87	0,5348
Sterilizace	10,32	0,0969	10,37	0,0964	9,97	0,1003	4,48	0,2232	4,27	0,2342	4,63	0,2160	2,02	0,4950	1,99	0,5025	1,86	0,5376
Žehlení	10,93	0,0915	10,84	0,0923	10,38	0,0963	4,63	0,2160	4,63	0,2160	4,58	0,2183	2,07	0,4831	1,97	0,5076	1,98	0,5051
Po 2. praní	11,09	0,0902	10,79	0,0927	10,25	0,0976	4,77	0,2096	5,02	0,1992	4,98	0,2008	2,04	0,4902	2,08	0,4808	1,87	0,5348
Sterilizace	11,24	0,0890	10,14	0,0986	11,22	0,0891	4,81	0,2079	4,90	0,2041	4,98	0,2008	2,06	0,4854	2,14	0,4673	2,08	0,4808
Žehlení	11,32	0,0883	10,24	0,0977	11,81	0,0847	4,55	0,2198	4,62	0,2165	4,55	0,2198	1,89	0,5291	1,88	0,5319	2,09	0,4785
Po 3. praní	11,06	0,0904	10,72	0,0933	10,62	0,0942	4,78	0,2092	5,16	0,1938	4,92	0,2033	2,14	0,4673	1,99	0,5025	2,01	0,4975
Sterilizace	12,27	0,0815	12,02	0,0832	12,15	0,0823	5,25	0,1905	4,67	0,2141	4,85	0,2062	1,97	0,5076	2,14	0,4673	1,94	0,5155
Žehlení	12,06	0,0829	11,42	0,0876	12,39	0,0807	5,00	0,2000	5,29	0,1890	4,94	0,2024	2,01	0,4975	2,05	0,4878	2,06	0,4854
Po 4. praní	12,17	0,0822	11,86	0,0843	11,08	0,0903	5,08	0,1969	5,17	0,1934	4,74	0,2110	2,27	0,4405	1,98	0,5051	2,23	0,4484
Sterilizace	12,28	0,0814	12,72	0,0786	11,42	0,0876	5,23	0,1912	4,89	0,2045	5,10	0,1961	2,28	0,4386	2,15	0,4651	2,22	0,4505
Žehlení	12,68	0,0789	11,91	0,0840	11,50	0,0870	5,19	0,1927	5,01	0,1996	5,17	0,1934	2,16	0,4630	2,08	0,4808	2,13	0,4695
Po 5. praní	12,12	0,0825	12,00	0,0833	12,27	0,0815	5,14	0,1946	5,27	0,1898	4,99	0,2004	2,28	0,4386	2,27	0,4405	2,22	0,4505
Sterilizace	12,56	0,0796	12,45	0,0803	11,60	0,0862	5,42	0,1845	4,88	0,2049	5,38	0,1859	2,05	0,4878	2,14	0,4673	2,28	0,4386
Žehlení	11,75	0,0851	12,83	0,0779	13,37	0,0748	5,11	0,1957	5,63	0,1776	5,56	0,1799	2,07	0,4831	2,11	0,4739	2,40	0,4167
Po 6. praní	12,70	0,0787	12,16	0,0822	11,83	0,0845	5,37	0,1862	5,04	0,1984	5,25	0,1905	2,16	0,4630	2,17	0,4608	2,08	0,4808
Sterilizace	11,93	0,0838	12,24	0,0817	12,74	0,0785	5,35	0,1869	5,12	0,1953	5,18	0,1931	2,07	0,4831	2,42	0,4132	2,16	0,4630
Žehlení	12,92	0,0774	13,68	0,0731	13,56	0,0737	5,23	0,1912	5,46	0,1832	5,56	0,1799	2,43	0,4115	2,09	0,4785	2,17	0,4608
Po 7. praní	13,63	0,0734	12,42	0,0805	12,38	0,0808	4,99	0,2004	5,74	0,1742	5,66	0,1767	2,34	0,4274	2,27	0,4405	2,46	0,4065

Označení vzorku	K1a40		K1b40		K1c40		K2a40		K2b40		K2c40		K3a40		K3b40		K3c40	
Sterilizace	13,42	0,0745	13,08	0,0765	13,61	0,0735	5,15	0,1942	5,73	0,1745	5,13	0,1949	2,34	0,4274	2,14	0,4673	2,40	0,4167
Žehlení	13,74	0,0728	14,18	0,0705	12,49	0,0801	5,84	0,1712	5,66	0,1767	5,15	0,1942	2,49	0,4016	2,32	0,4310	2,25	0,4444
Po 8. praní	12,73	0,0786	13,37	0,0748	13,57	0,0737	5,85	0,1709	5,18	0,1931	5,12	0,1953	2,47	0,4049	2,33	0,4292	2,48	0,4032
Sterilizace	13,28	0,0753	12,35	0,0810	13,75	0,0727	5,38	0,1859	5,41	0,1848	5,16	0,1938	2,35	0,4255	2,32	0,4310	2,39	0,4184
Žehlení	12,95	0,0772	13,86	0,0722	14,16	0,0706	5,46	0,1832	5,20	0,1923	5,50	0,1818	2,25	0,4444	2,45	0,4082	2,34	0,4274
Po 9. praní	14,28	0,0700	12,97	0,0771	13,54	0,0739	5,43	0,1842	5,21	0,1919	5,50	0,1818	2,27	0,4405	2,53	0,3953	2,19	0,4566
Sterilizace	13,11	0,0763	14,34	0,0697	14,04	0,0712	5,37	0,1862	5,70	0,1754	5,74	0,1742	2,40	0,4167	2,39	0,4184	2,55	0,3922
Žehlení	14,46	0,0692	12,83	0,0779	14,16	0,0706	5,31	0,1883	5,40	0,1852	5,19	0,1927	2,56	0,3906	2,41	0,4149	2,47	0,4049
Po 10. praní	13,69	0,0730	13,86	0,0722	14,44	0,0693	5,37	0,1862	5,96	0,1678	5,28	0,1894	2,54	0,3937	2,48	0,4032	2,20	0,4545
Sterilizace	13,17	0,0759	14,76	0,0678	13,19	0,0758	5,27	0,1898	5,63	0,1776	5,51	0,1815	2,50	0,4000	2,29	0,4367	2,43	0,4115
Žehlení	13,42	0,0745	13,89	0,0720	14,01	0,0714	5,88	0,1701	5,97	0,1675	5,89	0,1698	2,35	0,4255	2,57	0,3891	2,53	0,3953

Příloha 18 Přehled vývoje vodivosti vzorků N1a40-N3c40

Třída švu 5.01.01, šetrný způsob sterilizace

Označení vzorku	N1a40		N1b40		N1c40		N2a40		N2b40		N2c40		N3a40		N3b40		N3c40	
	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]
Počátek	10,15	0,0985	10,26	0,0975	9,32	0,1073	4,51	0,2217	4,43	0,2257	4,59	0,2179	1,97	0,5076	1,78	0,5618	1,96	0,5102
Po 1. praní	10,25	0,0976	9,83	0,1017	10,27	0,0974	4,37	0,2288	4,29	0,2331	4,43	0,2257	1,95	0,5128	1,87	0,5348	1,96	0,5102
Sterilizace	10,27	0,0974	9,67	0,1034	9,69	0,1032	4,56	0,2193	5,06	0,1976	5,03	0,1988	2,05	0,4878	2,00	0,5000	2,00	0,5000
Žehlení	9,62	0,1040	9,69	0,1032	10,11	0,0989	4,92	0,2033	4,58	0,2183	4,69	0,2132	2,01	0,4975	2,11	0,4739	2,05	0,4878
Po 2. praní	10,75	0,0930	10,30	0,0971	10,16	0,0984	5,10	0,1961	5,45	0,1835	4,74	0,2110	1,83	0,5464	1,91	0,5236	1,95	0,5128
Sterilizace	10,84	0,0923	10,70	0,0935	9,96	0,1004	4,82	0,2075	4,95	0,2020	5,14	0,1946	1,99	0,5025	1,92	0,5208	1,87	0,5348
Žehlení	10,07	0,0993	10,03	0,0997	10,27	0,0974	5,10	0,1961	5,71	0,1751	5,10	0,1961	2,20	0,4545	1,89	0,5291	2,19	0,4566
Po 3. praní	10,63	0,0941	11,34	0,0882	10,21	0,0979	5,51	0,1815	5,55	0,1802	5,05	0,1980	2,04	0,4902	2,19	0,4566	2,22	0,4505
Sterilizace	11,26	0,0888	11,11	0,0900	10,94	0,0914	5,22	0,1916	5,28	0,1894	5,16	0,1938	2,15	0,4651	2,10	0,4762	2,14	0,4673
Žehlení	10,59	0,0944	11,22	0,0891	11,08	0,0903	5,82	0,1718	5,83	0,1715	5,98	0,1672	1,98	0,5051	2,17	0,4608	2,06	0,4854
Po 4. praní	10,39	0,0962	11,07	0,0903	11,38	0,0879	5,91	0,1692	6,17	0,1621	6,13	0,1631	2,15	0,4651	2,27	0,4405	2,21	0,4525
Sterilizace	10,52	0,0951	11,65	0,0858	11,54	0,0867	6,35	0,1575	6,27	0,1595	6,20	0,1613	2,10	0,4762	2,16	0,4630	2,29	0,4367
Žehlení	10,30	0,0971	10,48	0,0954	11,41	0,0876	5,67	0,1764	5,60	0,1786	5,98	0,1672	2,10	0,4762	2,22	0,4505	2,26	0,4425
Po 5. praní	11,52	0,0868	10,87	0,0920	11,77	0,0850	6,37	0,1570	6,27	0,1595	5,97	0,1675	2,28	0,4386	2,10	0,4762	2,07	0,4831
Sterilizace	10,47	0,0955	11,94	0,0838	10,89	0,0918	5,97	0,1675	6,66	0,1502	6,54	0,1529	2,26	0,4425	2,09	0,4785	2,21	0,4525
Žehlení	11,30	0,0885	11,69	0,0855	11,45	0,0873	6,72	0,1488	6,29	0,1590	6,25	0,1600	2,45	0,4082	2,32	0,4310	2,35	0,4255
Po 6. praní	11,28	0,0887	12,14	0,0824	10,71	0,0934	6,30	0,1587	5,93	0,1686	5,96	0,1678	2,16	0,4630	2,28	0,4386	2,17	0,4608
Sterilizace	12,22	0,0818	12,31	0,0812	12,35	0,0810	6,71	0,1490	6,57	0,1522	6,73	0,1486	2,46	0,4065	2,29	0,4367	2,35	0,4255
Žehlení	11,26	0,0888	11,97	0,0835	12,11	0,0826	6,93	0,1443	6,46	0,1548	7,01	0,1427	2,18	0,4587	2,23	0,4484	2,41	0,4149
Po 7. praní	11,78	0,0849	11,24	0,0890	10,86	0,0921	6,51	0,1536	6,51	0,1536	6,17	0,1621	2,44	0,4098	2,22	0,4505	2,31	0,4329

Označení vzorku	N1a40		N1b40		N1c40		N2a40		N2b40		N2c40		N3a40		N3b40		N3c40	
Sterilizace	11,27	0,0887	12,14	0,0824	12,00	0,0833	6,26	0,1597	6,16	0,1623	6,63	0,1508	2,29	0,4367	2,22	0,4505	2,53	0,3953
Žehlení	11,47	0,0872	11,64	0,0859	12,40	0,0806	6,87	0,1456	6,85	0,1460	6,96	0,1437	2,43	0,4115	2,25	0,4444	2,30	0,4348
Po 8. prání	11,33	0,0883	11,00	0,0909	11,81	0,0847	6,65	0,1504	7,26	0,1377	6,72	0,1488	2,60	0,3846	2,33	0,4292	2,37	0,4219
Sterilizace	12,49	0,0801	12,47	0,0802	12,72	0,0786	6,92	0,1445	6,91	0,1447	6,50	0,1538	2,31	0,4329	2,39	0,4184	2,26	0,4425
Žehlení	11,54	0,0867	11,90	0,0840	11,48	0,0871	7,02	0,1425	6,55	0,1527	7,21	0,1387	2,48	0,4032	2,41	0,4149	2,52	0,3968
Po 9. prání	12,40	0,0806	12,82	0,0780	12,44	0,0804	6,93	0,1443	6,86	0,1458	7,22	0,1385	2,38	0,4202	2,48	0,4032	2,52	0,3968
Sterilizace	11,86	0,0843	11,64	0,0859	11,76	0,0850	6,72	0,1488	7,35	0,1361	7,59	0,1318	2,59	0,3861	2,60	0,3846	2,56	0,3906
Žehlení	11,72	0,0853	12,29	0,0814	12,71	0,0787	7,58	0,1319	7,62	0,1312	7,44	0,1344	2,47	0,4049	2,64	0,3788	2,59	0,3861
Po 10. prání	11,84	0,0845	12,93	0,0773	12,93	0,0773	6,73	0,1486	7,12	0,1404	6,85	0,1460	2,61	0,3831	2,33	0,4292	2,57	0,3891
Sterilizace	12,11	0,0826	11,94	0,0838	11,90	0,0840	7,03	0,1422	7,24	0,1381	7,75	0,1290	2,44	0,4098	2,34	0,4274	2,42	0,4132
Žehlení	12,17	0,0822	12,29	0,0814	11,93	0,0838	7,43	0,1346	6,84	0,1462	7,37	0,1357	2,63	0,3802	2,67	0,3745	2,70	0,3704

Příloha 19 Přehled vývoje vodivosti vzorků K1a90-K3a90

Třída švu 3.22.01, intenzivní způsob sterilizace

Označení vzorku	K1a90		K1b90		K1c90		K2a90		K2b90		K2c90		K3a90		K3b90		K3c90	
	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]
Počátek	9,59	0,1043	9,42	0,1062	10,35	0,0966	4,34	0,2304	4,63	0,2160	4,78	0,2092	1,87	0,5348	1,85	0,5405	1,74	0,5747
Po 1. praní	10,22	0,0978	9,90	0,1010	9,85	0,1015	4,79	0,2088	4,85	0,2062	4,28	0,2336	2,06	0,4854	1,83	0,5464	1,89	0,5291
Sterilizace	9,44	0,1059	9,54	0,1048	10,30	0,0971	5,02	0,1992	4,79	0,2088	4,57	0,2188	2,02	0,4950	2,05	0,4878	2,06	0,4854
Lisování	9,71	0,1030	10,14	0,0986	9,64	0,1037	5,41	0,1848	5,34	0,1873	5,40	0,1852	2,14	0,4673	2,02	0,4950	2,16	0,4630
Po 2. praní	10,08	0,0992	9,80	0,1020	10,06	0,0994	5,09	0,1965	5,09	0,1965	4,98	0,2008	2,24	0,4464	2,08	0,4808	2,28	0,4386
Sterilizace	9,94	0,1006	10,87	0,0920	9,77	0,1024	5,55	0,1802	5,26	0,1901	5,51	0,1815	2,25	0,4444	2,19	0,4566	2,43	0,4115
Lisování	10,37	0,0964	10,79	0,0927	11,35	0,0881	5,15	0,1942	5,79	0,1727	5,02	0,1992	2,35	0,4255	2,54	0,3937	2,27	0,4405
Po 3. praní	10,44	0,0958	10,77	0,0929	10,23	0,0978	5,21	0,1919	5,41	0,1848	5,87	0,1704	2,60	0,3846	2,58	0,3876	2,52	0,3968
Sterilizace	11,54	0,0867	10,26	0,0975	11,61	0,0861	5,40	0,1852	5,54	0,1805	5,43	0,1842	2,52	0,3968	2,64	0,3788	2,66	0,3759
Lisování	11,09	0,0902	11,05	0,0905	11,85	0,0844	6,32	0,1582	5,99	0,1669	5,49	0,1821	2,60	0,3846	2,50	0,4000	2,78	0,3597
Po 4. praní	10,79	0,0927	11,98	0,0835	12,02	0,0832	6,13	0,1631	5,55	0,1802	6,18	0,1618	2,60	0,3846	2,77	0,3610	2,74	0,3650
Sterilizace	12,31	0,0812	11,04	0,0906	11,83	0,0845	6,52	0,1534	6,05	0,1653	6,08	0,1645	2,84	0,3521	2,54	0,3937	2,64	0,3788
Lisování	12,13	0,0824	11,06	0,0904	11,18	0,0894	5,86	0,1706	5,92	0,1689	6,67	0,1499	2,74	0,3650	2,90	0,3448	2,68	0,3731
Po 5. praní	10,82	0,0924	12,29	0,0814	11,35	0,0881	6,00	0,1667	6,05	0,1653	6,07	0,1647	3,05	0,3279	2,92	0,3425	2,75	0,3636
Sterilizace	12,31	0,0812	11,24	0,0890	11,86	0,0843	6,36	0,1572	6,93	0,1443	6,85	0,1460	2,74	0,3650	2,89	0,3460	2,84	0,3521
Lisování	12,00	0,0833	12,07	0,0829	11,18	0,0894	6,48	0,1543	6,49	0,1541	6,77	0,1477	2,97	0,3367	2,77	0,3610	2,91	0,3436
Po 6. praní	12,10	0,0826	12,92	0,0774	12,02	0,0832	7,09	0,1410	6,59	0,1517	6,95	0,1439	2,99	0,3344	2,86	0,3497	2,98	0,3356
Sterilizace	12,82	0,0780	12,14	0,0824	12,39	0,0807	6,23	0,1605	6,98	0,1433	6,40	0,1563	2,84	0,3521	2,84	0,3521	3,17	0,3155
Lisování	13,05	0,0766	12,39	0,0807	11,50	0,0870	7,12	0,1404	7,14	0,1401	6,65	0,1504	3,29	0,3040	2,86	0,3497	3,22	0,3106
Po 7. praní	11,27	0,0887	12,24	0,0817	11,61	0,0861	6,40	0,1563	7,23	0,1383	6,53	0,1531	3,30	0,3030	3,13	0,3195	2,92	0,3425

Označení vzorku	K1a90		K1b90		K1c90		K2a90		K2b90		K2c90		K3a90		K3b90		K3c90	
Sterilizace	13,21	0,0757	12,45	0,0803	11,71	0,0854	6,97	0,1435	6,84	0,1462	6,54	0,1529	2,95	0,3390	3,25	0,3077	3,01	0,3322
Lisování	12,83	0,0779	11,85	0,0844	13,07	0,0765	7,24	0,1381	7,11	0,1406	7,40	0,1351	3,11	0,3215	3,01	0,3322	2,99	0,3344
Po 8. praní	13,38	0,0747	12,16	0,0822	12,86	0,0778	6,80	0,1471	7,08	0,1412	7,41	0,1350	3,44	0,2907	3,46	0,2890	3,19	0,3135
Sterilizace	13,03	0,0767	13,35	0,0749	11,74	0,0852	7,56	0,1323	6,66	0,1502	7,17	0,1395	3,23	0,3096	3,49	0,2865	3,41	0,2933
Lisování	11,76	0,0850	11,86	0,0843	13,22	0,0756	6,98	0,1433	6,99	0,1431	7,19	0,1391	3,27	0,3058	3,39	0,2950	3,34	0,2994
Po 9. praní	13,42	0,0745	13,59	0,0736	13,64	0,0733	6,79	0,1473	6,89	0,1451	7,22	0,1385	3,46	0,2890	3,40	0,2941	3,41	0,2933
Sterilizace	12,63	0,0792	12,53	0,0798	13,26	0,0754	7,46	0,1340	7,41	0,1350	6,87	0,1456	3,28	0,3049	3,64	0,2747	3,63	0,2755
Lisování	13,27	0,0754	13,46	0,0743	11,96	0,0836	7,48	0,1337	6,87	0,1456	7,98	0,1253	3,56	0,2809	3,69	0,2710	3,52	0,2841
Po 10. praní	13,09	0,0764	13,51	0,0740	13,66	0,0732	7,83	0,1277	7,31	0,1368	7,48	0,1337	3,70	0,2703	3,36	0,2976	3,32	0,3012
Sterilizace	12,23	0,0818	11,87	0,0842	12,28	0,0814	7,65	0,1307	6,92	0,1445	7,60	0,1316	3,42	0,2924	3,64	0,2747	3,46	0,2890
Lisování	12,88	0,0776	12,06	0,0829	13,10	0,0763	7,96	0,1256	7,24	0,1381	7,03	0,1422	3,44	0,2907	3,66	0,2732	3,63	0,2755

Příloha 20 Přehled vývoje vodivosti vzorků N1a90-N3c90

Třída švu 5.01.01, intenzivní způsob sterilizace

Označení vzorku	N1a90		N1b90		N1c90		N2a90		N2b90		N2c90		N3a90		N3b90		N3c90	
	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]	[Ω]	[S]
Počátek	9,93	0,1007	10,49	0,0953	10,09	0,0991	4,34	0,2304	4,73	0,2114	4,78	0,2092	1,76	0,5682	1,95	0,5128	1,80	0,5556
Po 1. prání	9,95	0,1005	10,44	0,0958	9,79	0,1021	4,79	0,2088	4,35	0,2299	4,78	0,2092	1,83	0,5464	2,00	0,5000	1,96	0,5102
Sterilizace	10,48	0,0954	10,73	0,0932	9,83	0,1017	4,83	0,2070	5,25	0,1905	5,22	0,1916	2,18	0,4587	1,98	0,5051	2,05	0,4878
Lisování	11,46	0,0873	10,35	0,0966	10,77	0,0929	5,33	0,1876	5,16	0,1938	5,33	0,1876	2,11	0,4739	2,03	0,4926	2,24	0,4464
Po 2. prání	11,78	0,0849	11,58	0,0864	10,05	0,0995	5,65	0,1770	5,46	0,1832	5,55	0,1802	2,16	0,4630	2,40	0,4167	2,11	0,4739
Sterilizace	11,13	0,0898	10,57	0,0946	11,25	0,0889	5,61	0,1783	5,70	0,1754	5,39	0,1855	2,27	0,4405	2,20	0,4545	2,18	0,4587
Lisování	11,43	0,0875	10,75	0,0930	11,80	0,0847	6,07	0,1647	6,14	0,1629	5,71	0,1751	2,62	0,3817	2,48	0,4032	2,38	0,4202
Po 3. prání	11,30	0,0885	12,52	0,0799	11,90	0,0840	5,68	0,1761	6,32	0,1582	6,32	0,1582	2,47	0,4049	2,70	0,3704	2,39	0,4184
Sterilizace	11,10	0,0901	12,31	0,0812	12,15	0,0823	5,73	0,1745	5,94	0,1684	5,70	0,1754	2,44	0,4098	2,42	0,4132	2,54	0,3937
Lisování	12,95	0,0772	11,93	0,0838	12,45	0,0803	5,81	0,1721	6,05	0,1653	6,66	0,1502	2,78	0,3597	2,56	0,3906	2,57	0,3891
Po 4. prání	12,18	0,0821	11,61	0,0861	12,19	0,0820	6,04	0,1656	6,04	0,1656	6,58	0,1520	2,75	0,3636	2,57	0,3891	2,74	0,3650
Sterilizace	13,36	0,0749	12,15	0,0823	11,78	0,0849	6,45	0,1550	6,64	0,1506	6,87	0,1456	2,86	0,3497	2,78	0,3597	2,71	0,3690
Lisování	12,26	0,0816	13,58	0,0736	13,68	0,0731	7,05	0,1418	6,87	0,1456	6,30	0,1587	2,79	0,3584	2,85	0,3509	3,10	0,3226
Po 5. prání	12,99	0,0770	12,89	0,0776	12,79	0,0782	7,16	0,1397	6,59	0,1517	6,85	0,1460	3,14	0,3185	2,91	0,3436	2,73	0,3663
Sterilizace	13,40	0,0746	12,62	0,0792	13,05	0,0766	6,94	0,1441	6,50	0,1538	6,93	0,1443	3,01	0,3322	2,99	0,3344	2,95	0,3390
Lisování	13,13	0,0762	13,38	0,0747	12,36	0,0809	7,52	0,1330	7,33	0,1364	7,13	0,1403	2,99	0,3344	2,91	0,3436	3,23	0,3096
Po 6. prání	14,56	0,0687	13,62	0,0734	13,42	0,0745	6,90	0,1449	7,47	0,1339	7,57	0,1321	3,23	0,3096	3,24	0,3086	3,11	0,3215
Sterilizace	12,87	0,0777	13,75	0,0727	12,75	0,0784	7,32	0,1366	6,78	0,1475	6,89	0,1451	3,34	0,2994	3,31	0,3021	3,11	0,3215
Lisování	13,64	0,0733	13,32	0,0751	14,68	0,0681	7,36	0,1359	7,56	0,1323	7,64	0,1309	3,47	0,2882	3,31	0,3021	3,29	0,3040
Po 7. prání	14,89	0,0672	14,95	0,0669	14,05	0,0712	7,54	0,1326	6,95	0,1439	7,97	0,1255	3,10	0,3226	3,24	0,3086	3,28	0,3049

Označení vzorku	N1a90		N1b90		N1c90		N2a90		N2b90		N2c90		N3a90		N3b90		N3c90	
Sterilizace	13,90	0,0719	14,18	0,0705	15,10	0,0662	8,06	0,1241	7,52	0,1330	7,42	0,1348	3,21	0,3115	3,26	0,3067	3,48	0,2874
Lisování	15,04	0,0665	14,77	0,0677	15,16	0,0660	7,98	0,1253	7,76	0,1289	7,50	0,1333	3,37	0,2967	3,2	0,3125	3,35	0,2985
Po 8. prání	13,63	0,0734	14,48	0,0691	13,29	0,0752	7,88	0,1269	8,22	0,1217	7,96	0,1256	3,30	0,3030	3,60	0,2778	3,32	0,3012
Sterilizace	14,67	0,0682	15,28	0,0654	13,66	0,0732	8,52	0,1174	7,54	0,1326	8,04	0,1244	3,51	0,2849	3,23	0,3096	3,38	0,2959
Lisování	15,26	0,0655	14,38	0,0695	14,86	0,0673	8,30	0,1205	8,20	0,1220	8,68	0,1152	3,29	0,3040	3,80	0,2632	3,78	0,2646
Po 9. prání	15,38	0,0650	14,33	0,0698	14,75	0,0678	8,39	0,1192	8,40	0,1190	8,70	0,1149	3,46	0,2890	3,62	0,2762	3,39	0,2950
Sterilizace	14,03	0,0713	15,24	0,0656	15,39	0,0650	7,89	0,1267	8,32	0,1202	7,64	0,1309	3,59	0,2786	3,38	0,2959	3,68	0,2717
Lisování	15,90	0,0629	14,77	0,0677	14,11	0,0709	7,67	0,1304	7,82	0,1279	7,65	0,1307	3,58	0,2793	3,76	0,2660	3,84	0,2604
Po 10. prání	15,41	0,0649	13,94	0,0717	15,90	0,0629	8,43	0,1186	8,40	0,1190	8,96	0,1116	3,39	0,2950	3,93	0,2545	3,83	0,2611
Sterilizace	14,74	0,0678	15,28	0,0654	15,72	0,0636	8,53	0,1172	8,24	0,1214	8,95	0,1117	3,92	0,2551	3,76	0,2660	3,70	0,2703
Lisování	15,90	0,0629	15,79	0,0633	14,97	0,0668	9,04	0,1106	8,98	0,1114	8,03	0,1245	3,80	0,2632	3,53	0,2833	3,96	0,2525

Příloha 21 Vodivost VN 12/1 x 275/100 Z

Označení vzorku	K1a90	K1b90	K1c90	průměr	N1a90	N1b90	N1c90	průměr	K1a 40	K1b 40	K1c40	průměr	N1a40	N1b40	N1c40	průměr
	Materiál A Třída švu 3.22.01				Materiál A Třída švu 5.01.01				Materiál B Třída švu 3.22.01				Materiál B Třída švu 5.01.01			
	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]
Počátek	0,104	0,106	0,097	0,102	0,101	0,095	0,099	0,098	0,109	0,105	0,108	0,107	0,099	0,097	0,107	0,101
1. cyklus	0,098	0,101	0,102	0,100	0,101	0,096	0,102	0,099	0,100	0,096	0,094	0,097	0,098	0,102	0,097	0,099
	0,106	0,105	0,097	0,103	0,095	0,093	0,102	0,097	0,097	0,096	0,100	0,098	0,097	0,103	0,103	0,101
	0,103	0,099	0,104	0,102	0,087	0,097	0,093	0,092	0,091	0,092	0,096	0,093	0,104	0,103	0,099	0,102
2. cyklus	0,099	0,102	0,099	0,100	0,085	0,086	0,100	0,090	0,090	0,093	0,098	0,093	0,093	0,097	0,098	0,096
	0,101	0,092	0,102	0,098	0,090	0,095	0,089	0,091	0,089	0,099	0,089	0,092	0,092	0,093	0,100	0,095
	0,096	0,093	0,088	0,092	0,087	0,093	0,085	0,088	0,088	0,098	0,085	0,090	0,099	0,100	0,097	0,099
3. cyklus	0,096	0,093	0,098	0,095	0,088	0,080	0,084	0,084	0,090	0,093	0,094	0,093	0,094	0,088	0,098	0,093
	0,087	0,097	0,086	0,090	0,090	0,081	0,082	0,085	0,081	0,083	0,082	0,082	0,089	0,090	0,091	0,090
	0,090	0,090	0,084	0,088	0,077	0,084	0,080	0,080	0,083	0,088	0,081	0,084	0,094	0,089	0,090	0,091
4. cyklus	0,093	0,083	0,083	0,086	0,082	0,086	0,082	0,083	0,082	0,084	0,090	0,086	0,096	0,090	0,088	0,091
	0,081	0,091	0,085	0,085	0,075	0,082	0,085	0,081	0,081	0,079	0,088	0,083	0,095	0,086	0,087	0,089
	0,082	0,090	0,089	0,087	0,082	0,074	0,073	0,076	0,079	0,084	0,087	0,083	0,097	0,095	0,088	0,093
5. cyklus	0,092	0,081	0,088	0,087	0,077	0,078	0,078	0,078	0,083	0,083	0,081	0,082	0,087	0,092	0,085	0,088
	0,081	0,089	0,084	0,085	0,075	0,079	0,077	0,077	0,080	0,080	0,086	0,082	0,096	0,084	0,092	0,090
	0,083	0,083	0,089	0,085	0,076	0,075	0,081	0,077	0,085	0,078	0,075	0,079	0,088	0,086	0,087	0,087
6. cyklus	0,083	0,077	0,083	0,081	0,069	0,073	0,075	0,072	0,079	0,082	0,085	0,082	0,089	0,082	0,093	0,088
	0,078	0,082	0,081	0,080	0,078	0,073	0,078	0,076	0,084	0,082	0,078	0,081	0,082	0,081	0,081	0,081
	0,077	0,081	0,087	0,081	0,073	0,075	0,068	0,072	0,077	0,073	0,074	0,075	0,089	0,084	0,083	0,085
7. cyklus	0,089	0,082	0,086	0,086	0,067	0,067	0,071	0,068	0,073	0,081	0,081	0,078	0,085	0,089	0,092	0,089

Označení vzorku	K1a90	K1b90	K1c90	průměr	N1a90	N1b90	N1c90	průměr	K1a 40	K1b 40	K1c40	průměr	N1a40	N1b40	N1c40	průměr
	0,076	0,080	0,085	0,080	0,072	0,071	0,066	0,070	0,075	0,076	0,073	0,075	0,089	0,082	0,083	0,085
	0,078	0,084	0,077	0,080	0,066	0,068	0,066	0,067	0,073	0,071	0,080	0,074	0,087	0,086	0,081	0,085
8. cyklus	0,075	0,082	0,078	0,078	0,073	0,069	0,075	0,073	0,079	0,075	0,074	0,076	0,088	0,091	0,085	0,088
	0,077	0,075	0,085	0,079	0,068	0,065	0,073	0,069	0,075	0,081	0,073	0,076	0,080	0,080	0,079	0,080
	0,085	0,084	0,076	0,082	0,066	0,070	0,067	0,067	0,077	0,072	0,071	0,073	0,087	0,084	0,087	0,086
9. cyklus	0,075	0,074	0,073	0,074	0,065	0,070	0,068	0,068	0,070	0,077	0,074	0,074	0,081	0,078	0,080	0,080
	0,079	0,080	0,075	0,078	0,071	0,066	0,065	0,067	0,076	0,070	0,071	0,072	0,084	0,086	0,085	0,085
	0,075	0,074	0,084	0,078	0,063	0,068	0,071	0,067	0,069	0,078	0,071	0,073	0,085	0,081	0,079	0,082
10. cyklus	0,076	0,074	0,073	0,075	0,065	0,072	0,063	0,067	0,073	0,072	0,069	0,071	0,084	0,077	0,077	0,080
	0,082	0,084	0,081	0,082	0,068	0,065	0,064	0,066	0,076	0,068	0,076	0,073	0,083	0,084	0,084	0,083
	0,078	0,083	0,076	0,079	0,063	0,063	0,067	0,064	0,075	0,072	0,071	0,073	0,082	0,081	0,084	0,082

Příloha 22 Vodivost VN 12/2 x 275/175 S

Označení vzorku	K2a90	K2b90	K2c90	průměr	N2a90	N2b90	N2c90	průměr	K2a40	K2b40	K2c40	průměr	N2a40	N2b40	N2c40	průměr
	Materiál A Třída švu 3.22.01				Materiál A Třída švu 5.01.01				Materiál B Třída švu 3.22.01				Materiál B Třída švu 5.01.01			
	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]
Počátek	0,230	0,216	0,209	0,219	0,230	0,211	0,209	0,217	0,213	0,216	0,208	0,212	0,222	0,226	0,218	0,222
1. cyklus	0,209	0,206	0,234	0,216	0,209	0,230	0,209	0,216	0,230	0,236	0,226	0,230	0,229	0,233	0,226	0,229
	0,199	0,209	0,219	0,209	0,207	0,190	0,192	0,196	0,223	0,234	0,216	0,224	0,219	0,198	0,199	0,205
	0,185	0,187	0,185	0,186	0,188	0,194	0,188	0,190	0,216	0,216	0,218	0,217	0,203	0,218	0,213	0,212
2. cyklus	0,196	0,196	0,201	0,198	0,177	0,183	0,180	0,180	0,210	0,199	0,201	0,203	0,196	0,183	0,211	0,197
	0,180	0,190	0,181	0,184	0,178	0,175	0,186	0,180	0,208	0,204	0,201	0,204	0,207	0,202	0,195	0,201
	0,194	0,173	0,199	0,189	0,165	0,163	0,175	0,168	0,220	0,216	0,220	0,219	0,196	0,175	0,196	0,189
3. cyklus	0,192	0,185	0,170	0,182	0,176	0,158	0,158	0,164	0,209	0,194	0,203	0,202	0,181	0,180	0,198	0,187
	0,185	0,181	0,184	0,183	0,175	0,168	0,175	0,173	0,190	0,214	0,206	0,204	0,192	0,189	0,194	0,192
	0,158	0,167	0,182	0,169	0,172	0,165	0,150	0,163	0,200	0,189	0,202	0,197	0,172	0,172	0,167	0,170
4. cyklus	0,163	0,180	0,162	0,168	0,166	0,166	0,152	0,161	0,197	0,193	0,211	0,200	0,169	0,162	0,163	0,165
	0,153	0,165	0,164	0,161	0,155	0,151	0,146	0,150	0,191	0,204	0,196	0,197	0,157	0,159	0,161	0,159
	0,171	0,169	0,150	0,163	0,142	0,146	0,159	0,149	0,193	0,200	0,193	0,195	0,176	0,179	0,167	0,174
5. cyklus	0,167	0,165	0,165	0,166	0,140	0,152	0,146	0,146	0,195	0,190	0,200	0,195	0,157	0,159	0,168	0,161
	0,157	0,144	0,146	0,149	0,144	0,154	0,144	0,147	0,185	0,205	0,186	0,192	0,168	0,150	0,153	0,157
	0,154	0,154	0,148	0,152	0,133	0,136	0,140	0,137	0,196	0,178	0,180	0,184	0,149	0,159	0,160	0,156
6. cyklus	0,141	0,152	0,144	0,146	0,145	0,134	0,132	0,137	0,186	0,198	0,190	0,192	0,159	0,169	0,168	0,165
	0,161	0,143	0,156	0,153	0,137	0,147	0,145	0,143	0,187	0,195	0,193	0,192	0,149	0,152	0,149	0,150
	0,140	0,140	0,150	0,144	0,136	0,132	0,131	0,133	0,191	0,183	0,180	0,185	0,144	0,155	0,143	0,147
7. cyklus	0,156	0,138	0,153	0,149	0,133	0,144	0,125	0,134	0,200	0,174	0,177	0,184	0,154	0,154	0,162	0,156

Označení vzorku	K2a90	K2b90	K2c90	průměr	N2a90	N2b90	N2c90	průměr	K2a40	K2b40	K2c40	průměr	N2a40	N2b40	N2c40	průměr
	0,143	0,146	0,153	0,148	0,124	0,133	0,135	0,131	0,194	0,175	0,195	0,188	0,160	0,162	0,151	0,158
	0,138	0,141	0,135	0,138	0,125	0,129	0,133	0,129	0,171	0,177	0,194	0,181	0,146	0,146	0,144	0,145
8. cyklus	0,147	0,141	0,135	0,141	0,127	0,122	0,126	0,125	0,171	0,193	0,195	0,186	0,150	0,138	0,149	0,146
	0,132	0,150	0,139	0,141	0,117	0,133	0,124	0,125	0,186	0,185	0,194	0,188	0,145	0,145	0,154	0,148
	0,143	0,143	0,139	0,142	0,120	0,122	0,115	0,119	0,183	0,192	0,182	0,186	0,142	0,153	0,139	0,145
9. cyklus	0,147	0,145	0,139	0,144	0,119	0,119	0,115	0,118	0,184	0,192	0,182	0,186	0,144	0,146	0,139	0,143
	0,134	0,135	0,146	0,138	0,127	0,120	0,131	0,126	0,186	0,175	0,174	0,179	0,149	0,136	0,132	0,139
	0,134	0,146	0,125	0,135	0,130	0,128	0,131	0,130	0,188	0,185	0,193	0,189	0,132	0,131	0,134	0,133
10. cyklus	0,128	0,137	0,134	0,133	0,119	0,119	0,112	0,116	0,186	0,168	0,189	0,181	0,149	0,140	0,146	0,145
	0,131	0,145	0,132	0,136	0,117	0,121	0,112	0,117	0,190	0,178	0,181	0,183	0,142	0,138	0,129	0,136
	0,126	0,138	0,142	0,135	0,111	0,111	0,125	0,116	0,170	0,168	0,170	0,169	0,135	0,146	0,136	0,139

Příloha 23 Vodivost VN 12/6 x 275/120 S

Označení vzorku	K3a90	K3b90	K3c90	průměr	N3a90	N3b90	N3c90	průměr	K3a40	K3b40	K3c40	průměr	N3a40	N3b40	N3c40	průměr
	Materiál A Třída švu 3.22.01				Materiál A Třída švu 5.01.01				Materiál B Třída švu 3.22.01				Materiál B Třída švu 5.01.01			
	[S]	[S]	[Ω]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]	[S]
Počátek	0,535	0,541	0,575	0,550	0,568	0,513	0,556	0,546	0,549	0,538	0,552	0,547	0,508	0,562	0,510	0,527
1. cyklus	0,485	0,546	0,529	0,520	0,546	0,500	0,510	0,519	0,532	0,575	0,535	0,547	0,513	0,535	0,510	0,519
	0,495	0,488	0,485	0,489	0,459	0,505	0,488	0,484	0,495	0,503	0,538	0,512	0,488	0,500	0,500	0,496
	0,467	0,495	0,463	0,475	0,474	0,493	0,446	0,471	0,483	0,508	0,505	0,499	0,498	0,474	0,488	0,486
2. cyklus	0,446	0,481	0,439	0,455	0,463	0,417	0,474	0,451	0,490	0,481	0,535	0,502	0,546	0,524	0,513	0,528
	0,444	0,457	0,412	0,438	0,441	0,455	0,459	0,451	0,485	0,467	0,481	0,478	0,503	0,521	0,535	0,519
	0,426	0,394	0,441	0,420	0,382	0,403	0,420	0,402	0,529	0,532	0,478	0,513	0,455	0,529	0,457	0,480
3. cyklus	0,385	0,388	0,397	0,390	0,405	0,370	0,418	0,398	0,467	0,503	0,498	0,489	0,490	0,457	0,450	0,466
	0,397	0,379	0,376	0,384	0,410	0,413	0,394	0,406	0,508	0,467	0,515	0,497	0,465	0,476	0,467	0,470
	0,385	0,400	0,360	0,381	0,360	0,391	0,389	0,380	0,498	0,488	0,485	0,490	0,505	0,461	0,485	0,484
4. cyklus	0,385	0,361	0,365	0,370	0,364	0,389	0,365	0,373	0,441	0,505	0,448	0,465	0,465	0,441	0,452	0,453
	0,352	0,394	0,379	0,375	0,350	0,360	0,369	0,359	0,439	0,465	0,450	0,451	0,476	0,463	0,437	0,459
	0,365	0,345	0,373	0,361	0,358	0,351	0,323	0,344	0,463	0,481	0,469	0,471	0,476	0,450	0,442	0,456
5. cyklus	0,328	0,342	0,364	0,345	0,318	0,344	0,366	0,343	0,439	0,441	0,450	0,443	0,439	0,476	0,483	0,466
	0,365	0,346	0,352	0,354	0,332	0,334	0,339	0,335	0,488	0,467	0,439	0,465	0,442	0,478	0,452	0,458
	0,337	0,361	0,344	0,347	0,334	0,344	0,310	0,329	0,483	0,474	0,417	0,458	0,408	0,431	0,426	0,422
6. cyklus	0,334	0,350	0,336	0,340	0,310	0,309	0,322	0,313	0,463	0,461	0,481	0,468	0,463	0,439	0,461	0,454
	0,352	0,352	0,315	0,340	0,299	0,302	0,322	0,308	0,483	0,413	0,463	0,453	0,407	0,437	0,426	0,423
	0,304	0,350	0,311	0,321	0,288	0,302	0,304	0,298	0,412	0,478	0,461	0,450	0,459	0,448	0,415	0,441
7. cyklus	0,303	0,319	0,342	0,322	0,323	0,309	0,305	0,312	0,427	0,441	0,407	0,425	0,410	0,450	0,433	0,431

Označení vzorku	K3a90	K3b90	K3c90	průměr	N3a90	N3b90	N3c90	průměr	K3a40	K3b40	K3c40	průměr	N3a40	N3b40	N3c40	průměr
	0,339	0,308	0,332	0,326	0,312	0,307	0,287	0,302	0,427	0,467	0,417	0,437	0,437	0,450	0,395	0,427
	0,322	0,332	0,334	0,329	0,297	0,313	0,299	0,303	0,402	0,431	0,444	0,426	0,412	0,444	0,435	0,430
8. cyklus	0,291	0,289	0,313	0,298	0,303	0,278	0,301	0,294	0,405	0,429	0,403	0,412	0,385	0,429	0,422	0,412
	0,310	0,287	0,293	0,296	0,285	0,310	0,296	0,297	0,426	0,431	0,418	0,425	0,433	0,418	0,442	0,431
	0,306	0,295	0,299	0,300	0,304	0,263	0,265	0,277	0,444	0,408	0,427	0,427	0,403	0,415	0,397	0,405
9. cyklus	0,289	0,294	0,293	0,292	0,289	0,276	0,295	0,287	0,441	0,395	0,457	0,431	0,420	0,403	0,397	0,407
	0,305	0,275	0,275	0,285	0,279	0,296	0,272	0,282	0,417	0,418	0,392	0,409	0,386	0,385	0,391	0,387
	0,281	0,271	0,284	0,279	0,279	0,266	0,260	0,269	0,391	0,415	0,405	0,403	0,405	0,379	0,386	0,390
10. cyklus	0,270	0,298	0,301	0,290	0,295	0,254	0,261	0,270	0,394	0,403	0,455	0,417	0,383	0,429	0,389	0,400
	0,292	0,275	0,289	0,285	0,255	0,266	0,270	0,264	0,400	0,437	0,412	0,416	0,410	0,427	0,413	0,417
	0,291	0,273	0,275	0,280	0,263	0,283	0,253	0,266	0,426	0,389	0,395	0,403	0,380	0,375	0,370	0,375